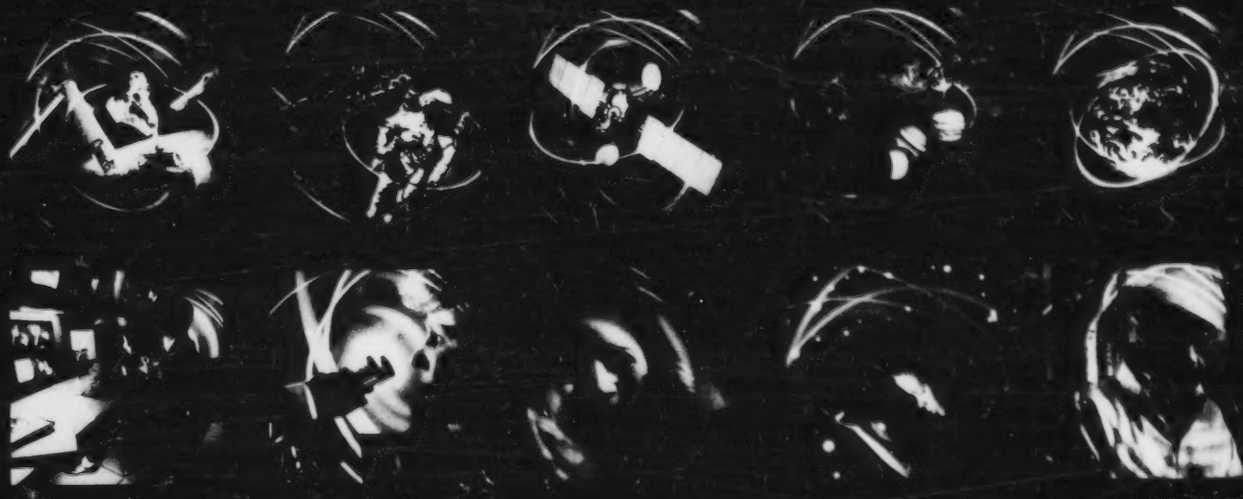
Agence spatiale canadienne

Canadian Space Agency

TECHNOLOGIES SPATIALES : UN INVESTISSEMENT DANS NOTRE AVENIR



Canada

102-04885/

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES 3
MESSAGE DU PRÉSIDENT 4
MESSAGE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL 5
INTRODUCTION 6

[illegible] 7

LA PERFORMANCE DE L'ŒIL HUMAIN CHEZ LES ROBOTS 8
GUICHET UNIQUE POUR LES BESOINS EN OBSERVATION DE LA TERRE 9
SAISIE DE MOUVEMENTS HUMAINS ..... .10
NAVIGATION EN TOUTE SÉCURITÉ ..... .11
AUGMENTER LA FLEXIBILITÉ ET LA PERFORMANCE DES SATELLITES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS ..... .12
STATIONS TERRESTRES POUR ERS-1 ..... .13
À DÉFAUT D'ÊTRE SUR PLACE ..... .14
RÉDUCTION DE TAILLE ET MASSE PAR LA SUPRACONDUCTIVITÉ ..... .15
TRANSPORT AU SOL- RESPECT DES ÉCHÉANCES ..... .16
LA DÉTECTION DU TOUCHER POUR DÉTECTER CE QUI VOUS TOUCHE ..... .17
FILTRES À ONDES DE SURFACE ..... .18
POSITIONNEMENT DES MICROSATELLITES ..... .19

[illegible] 21

SURVEILLANCE DES INONDATIONS ..... .22
COMPRENDRE LES IMAGES ..... .23
COMPRENDRE L'OZONE ..... .24
VISUALISATION DE DONNÉES HYPERSPECTRALES ..... .25
COMBATTRE LES FEUX DE FORÊT ..... .26
ATTÉNUATION DES INONDATIONS ..... .27
REPÉRAGE DES MONTAGNES ET DES VALLÉES ..... .28
SURVEILLANCE DES OCÉANS ..... .29
SURVEILLER LA SANTÉ DES RÉCOLTES ..... .30

[illegible] 31

LIAISON DANS L'ESPACE ..... .32
L'ACCÈS À INTERNET PAR SATELLITES DE COMMUNICATIONS ..... .33
RELIER LA PLANÈTE À L'AIDE D'UN RÉSEAU À HAUTE VITESSE ..... .34
SAUVER LES HÉLICOPTÈRES ..... .35
PLUS QUE SIMPLEMENT SE BRANCHER ..... .36
LA COMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE ..... .37
ESSAIS MÉDICAUX À L'ÈRE DE LA ROBOTIQUE SPATIALE ..... .38
SE RETROUVER DANS LES MINES CANADIENNES EN CAS D'INCENDIE ..... .39
DÉFIER LA GLACE ..... .40
QUAND LA VISITE CHEZ LE MÉDECIN N'EST PAS CHOSE SIMPLE ..... .41
MILIEU HOSTILE ..... .42
DOSIMÈTRES POUR ASTRONAUTES ..... .43
DÉTECTEURS NON REFROIDIS ..... .44

[illegible] 45

SE DIRIGER D'APRÈS LA LUMIÈRE DES ÉTOILES ..... .46
TÉLÉOPÉRATION DES ROBOTS ..... .47
FABRICATION D'ANTENNES LÉGÈRES ..... .48
COMMUTATEURS POUR SATELLITES ..... .49
ANTENNE MOBILE ..... .50
LIAISONS INTERSATELLITES ..... .51
RECONNAISSANCE D'OBJET ET ESTIMATION DE POSE ..... .52
ANTENNES ORIENTABLES ..... .53
CONTRÔLE D'ATTITUDE DE SATELLITE EN BOUCLE TERRESTRE ..... .54
LIAISONS INTERSATELLITES TOUT OPTIQUE ..... .55
SYSTÈME DE CONTRÔLE D'ATTITUDE ..... .56
SYSTÈME D'ACCUMULATEUR À HAUT RENDEMENT SPATIAL ..... .57
MICRO-COMMUTATEURS ..... .58
CONDITIONNEUR D'ÉNERGIE POUR SATELLITE ..... .59
VOIR CLAIR ..... .60
LES TRANSPONDEURS QUI RELIENT L'ENGIN SPATIAL AU RESTE DU MONDE ..... .61
ANTENNE MULTIFAISCEAUX EN BANDE KA ..... .62
ANALYSE THERMIQUE ..... .63
MESURE DES VIBRATIONS SANS CONTACT ..... .64
ANTENNE DÉPLOYABLE À DOUBLE MEMBRANE ..... .65

[illegible] 67

COMPRÉHENSION DE L'ATMOSPHÈRE ..... .68
STRUCTURES INTELLIGENTES ..... .69
CONTACT DYNAMIQUE ..... .70
AMENDEMENT À LA PREMIÈRE LOI DE ASIMOV ..... .71
ÉVITER LES COLLISIONS ..... .72
COMMUNICATION AVEC L'ESPACE LOINTAIN ..... .73
CONFINEMENT EN APESANTEUR ..... .74

[illegible] 75

[illegible] 77

MESSAGE DU PRÉSIDENT

Le penchant naturel de l'humanité envers l'exploration et l'acquisition de connaissances a eu un impact positif pour les Canadiens :

- *Nos satellites de communications relient les Canadiens au monde qui les entoure;*
- *Des techniques spatiales d'avant-garde ouvrent la voie à de nouvelles applications terrestres et à de nouvelles occasions d'affaires;*
- *La Station spatiale internationale, assemblée grâce à la robotique spatiale canadienne, ouvre une formidable fenêtre sur de nouveaux horizons et pave la voie à des découvertes scientifiques excitantes.*

Nous sommes maintenant dans une nouvelle ère spatiale marquée par une transition entre l'utilisation des technologies spatiales dans l'espace et leur application sur terre.

Fondé sur certains domaines de compétences industrielles et techniques, le Programme spatial canadien cherche à stimuler l'industrie spatiale canadienne, composée d'un nombre croissant de petites et moyennes entreprises, en vue d'en faire une industrie concurrentielle au niveau international et orientée vers l'exportation.

Les découvertes scientifiques et les technologies avant-gardistes élaborées dans le cadre du Programme spatial canadien contribueront à la croissance d'une industrie spatiale toujours plus concurrentielle, à l'accroissement des retombées commerciales, à la création d'une plus grande expertise en haute technologie et à la création de nouveaux emplois pour tous les Canadiens.

Plus que jamais, les objectifs principaux du Programme spatial canadien sont le développement des technologies spatiales et leur application pratique de façon à acquérir des connaissances de base, former du personnel hautement qualifié et recourir à la technologie pour répondre aux besoins des Canadiens. De plus, ses objectifs visent à maximiser les profits que les Canadiens peuvent retirer des produits et services qui dépendent de l'espace.

À plusieurs égards, nous commençons à peine notre périple dans le monde de la découverte spatiale, un périple qui nous promet bien des défis et des récompenses. Il reste beaucoup à faire, et le Canada est bien placé pour assumer un rôle de chef de file.

Le président de l'Agence spatiale canadienne,
M. W. M. (Mac) Evans

MESSAGE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

C'est avec un immense plaisir que je présente cette première compilation des succès réalisés au cours de la dernière décennie, et ce, grâce aux activités de recherche et développement du Programme spatial canadien. Le secteur des Technologies spatiales a obtenu des résultats significatifs avec l'aide de ses partenaires de l'industrie, d'organismes gouvernementaux, provinciaux et fédéraux, ainsi que d'entreprises spatiales internationales.

À titre de soustraitants, les partenaires industriels de l'ASC ont joué un rôle important non seulement dans le domaine de la recherche et du développement, mais aussi par leur engagement à fournir leurs propres fonds, équipement, installations, savoir-faire et efforts à plusieurs de nos projets. Les contrats de développement de technologies sont accordés à travers un processus compétitif, basé sur un ensemble de critères prédéterminés. Ces efforts de collaboration, ainsi que les contributions de plusieurs partenaires, ont grandement contribué à rehausser la compétitivité de l'industrie canadienne.

Les succès présentés dans ce document illustrent un engagement continu à appuyer l'industrie canadienne pour le développement et de la gestion des technologies.

Le directeur général, Technologies spatiales
Virendra Jha

INTRODUCTION

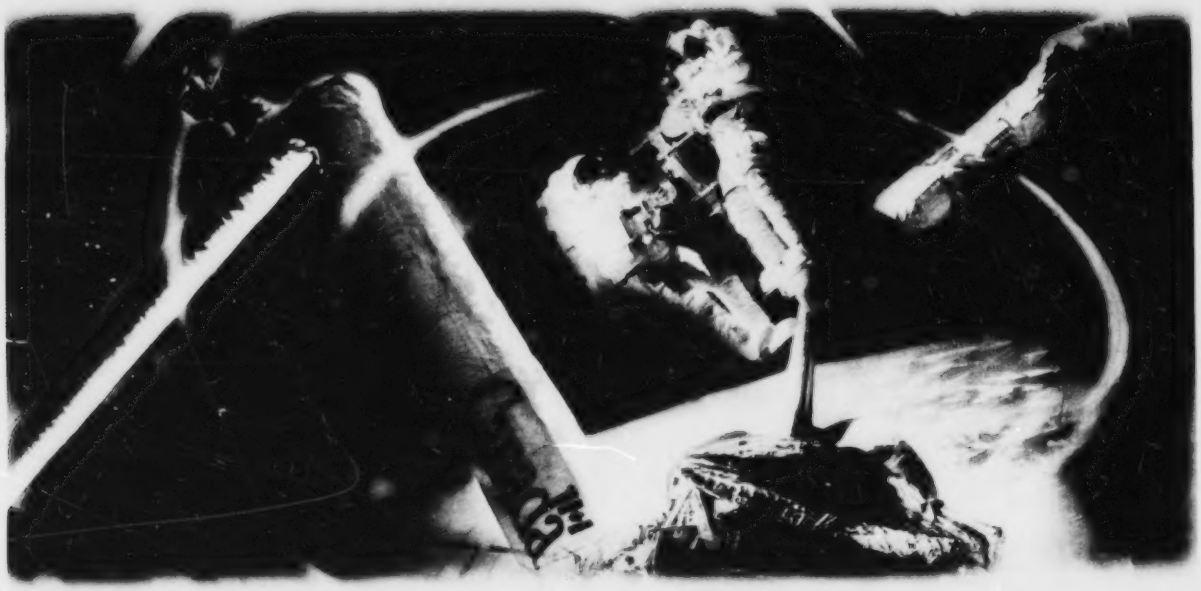
L'espace. Pour plusieurs d'entre nous, il s'agit de l'ultime frontière, d'un univers infini et mystérieux où évoluent d'innombrables îlots de matière. L'espace nous invite à repousser les limites de l'intelligence et des connaissances humaines. Il nous incite à repenser les prémisses de nos origines et de notre évolution au cours du prochain millénaire, et au-delà. Le développement de nouvelles technologies est essentiel pour réaliser les rêves que nous offre cette ultime frontière.

Des pays à travers le monde ont investi dans l'espace pour être en mesure de satisfaire les nouveaux besoins de leurs habitants. Ils ont mis en place des structures spatiales essentielles au développement intégral de l'être humain et des ressources naturelles. C'est ainsi qu'on s'est appuyé sur les activités spatiales pour gérer plus efficacement la production alimentaire, les ressources, l'environnement et les catastrophes naturelles. Ces activités ont également contribué aux télécommunications mondiales, à la navigation, aux opérations de recherche et de sauvetage, aux opérations de défense et à l'exploration de l'environnement extraterrestre par l'Homme. Les activités spatiales nous ont, en outre, permis de mieux connaître notre monde et l'Univers qui nous entoure.

Les télécommunications par satellite, qui jouent un rôle fondamental dans l'évolution de la société, sont loin d'avoir atteint leur plein potentiel. Des douzaines, voire même des centaines de satellites de télécommunications groupés en constellations et reliés entre eux rendront possible la transmission instantanée, pratique et abordable, de données audiovisuelles. Cette transmission pourrait avoir lieu de n'importe quel point du globe à un autre, et ce, à toute heure du jour ou de la nuit.

De plus, grâce au point d'observation unique que nous offre l'espace, nous pourrons surveiller en temps réel divers événements, activités et changements qui s'opèrent sur la Terre et dans son environnement. Ces observations sont indépendantes de l'endroit, de la couverture nuageuse ou de l'obscurité. La recherche spatiale constitue un élément clé de la solution à certaines des grandes préoccupations de l'heure incluant la sécheresse, les changements climatiques, l'effet de serre, l'appauvrissement de la couche d'ozone ainsi que la surveillance et le contrôle de la pollution.

Ces développements donnent souvent lieu à des applications terrestres dont profitent tous les Canadiens. Par le biais de ses programmes de développement technologique, l'Agence spatiale canadienne investit réellement dans notre avenir. Vous trouverez certains exemples de ces technologies dans ce document.



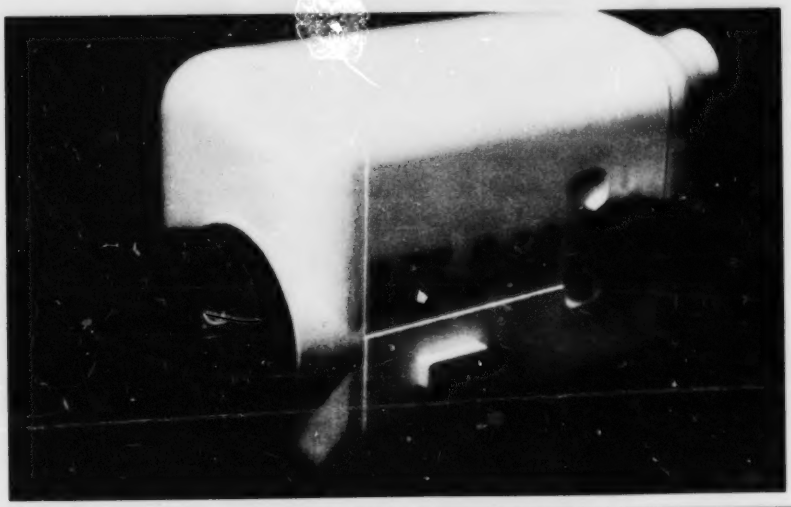
AVANTAGES ÉCONOMIQUES

LA PERFORMANCE DE L'ŒIL HUMAIN CHEZ LES ROBOTS

L'œil humain jouit de capacités exceptionnelles ; il nous donne de l'information à faible résolution sur une très grande surface, notre vision périphérique, de même que de l'information exacte et précise sur le point où nous fixons notre attention. Cette dualité nous permet de voir rapidement ce qui nous entoure tout en effectuant des tâches très précises. Un système de vision du genre serait parfait pour les applications robotiques, toutefois, les capteurs visuels présentent une résolution uniforme du champ de vision, donc pour obtenir une grande précision et un champ de vision élargi, il faudrait développer un très grand capteur visuel à haute densité. Par ailleurs, ce capteur fournirait un nombre très important de données qui ne pourraient être traitées en temps réel pour les applications robotiques.

Pour relever ce défi, l'ASC avec l'Agence de promotion économique du Canada atlantique (APECA) et la province de Terre-Neuve et Labrador ont aidé financièrement Canpolar East, une entreprise d'ingénierie spécialisée dans les capteurs industriels et les appareils automatisés, pour qu'elle développe des technologies de vision artificielle pour les systèmes robotiques. Canpolar East a mis au point un système de vision artificielle qui utilise une caméra à grand champ et à faible résolution ainsi qu'une caméra à champ étroit et à haute résolution qui peut égaler la performance visuelle de l'œil humain dans les tâches d'inspection industrielle. Les images à grand champ et à faible résolution sont constamment et rapidement consultées pour en établir les points d'intérêt ou les caractéristiques connus, alors que les images à champ étroit et à haute résolution sont obtenues d'après ces caractéristiques afin d'arriver à des mesures précises.

Ce système visuel autonome, est conçu pour être utilisé dans des conditions rigoureuses est idéal pour remplacer les observateurs humains dans les opérations d'observation régulières simples. Sa conception robuste permet de l'utiliser dans des conditions difficiles, ce qui se traduit par un avantage concurrentiel important sur le marché.



Ce système de vision artificielle est capable de reconnaître et de poursuivre les objets de façon autonome. Il peut servir à compter les poissons sous l'eau ou à surveiller des structures dans l'espace. Comme moniteur de rigidité, il peut déceler une flexion de 2 micromètres sur un élément d'une longueur de 3 mètres. Parmi les autres exemples d'applications terrestres, on remarque une technique d'inspection des aéronefs qui peut améliorer la sécurité des avions en détectant rapidement la présence de glace.

Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency

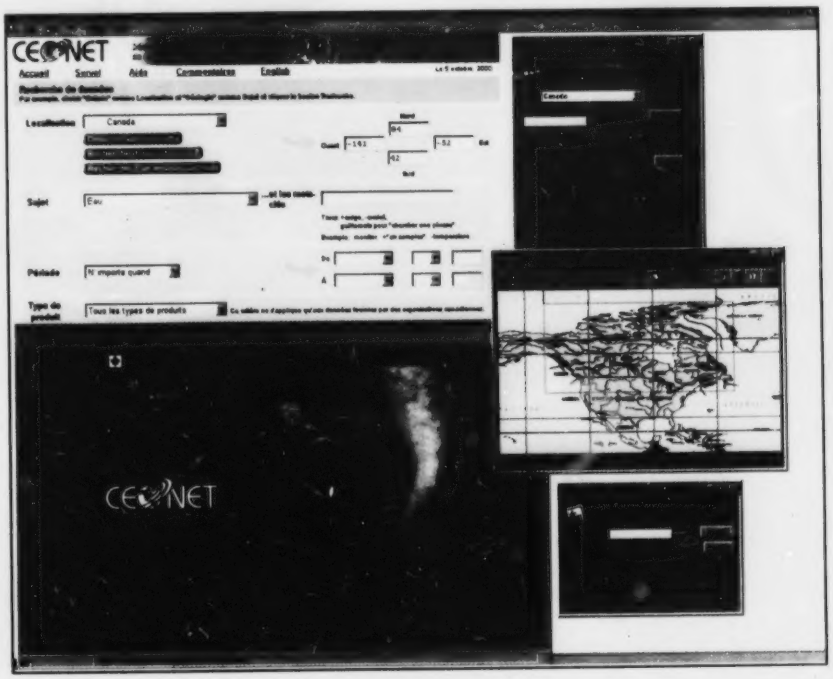
GUICHET UNIQUE POUR LES BESOINS EN OBSERVATION DE LA TERRE

Depuis des années, des pays du monde entier rassemblent des données d'observation de la Terre (OT). La quantité d'information obtenue quotidiennement est renversante et ses usages multiples. Les organismes de secours d'urgence, les sociétés minières et l'industrie du transport, toutes sortes d'organisations utilisent ces données de diverses manières. Pour relever ce défi, un accès efficace, pratique et rentable aux données géospatiales avec un point d'accès unique est nécessaire.

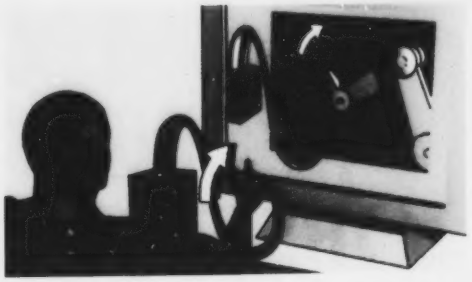
L'Agence spatiale canadienne a contribué au développement de la technologie CEONet (pour *Canadian Earth Observation Network*) qui permet aux organismes de repérer les catalogues de données géospatiales en perpétuelle évolution et de commander des produits ou des services à l'aide d'un fureteur Web intégré aux ordinateurs de bureau.

Cette solution « de bout en bout » assure un accès aussi vaste que possible aux produits de données géospatiales et aux services connexes. Grâce à cette technologie, les utilisateurs peuvent recourir à un fureteur Web pour découvrir, évaluer, commander, acheter et obtenir facilement un produit ou un service présenté dans le site Web d'un fournisseur. Ils peuvent lancer une recherche simultanément dans plusieurs catalogues de fournisseurs afin de trouver des produits de données qui satisferont à leurs impératifs spatiaux, temporaux et techniques.

MacDonald Dettwiler (MDA), est devenu un fournisseur de premier ordre en matière de systèmes d'observation de la Terre pour les missions OT avec radar à synthèse d'ouverture, hyperspectral, optique et à haute résolution. MDA a déjà vendu des systèmes CEONet au ministère de la Défense nationale et au gouvernement albertain. L'entreprise a été choisie par l'Agence spatiale européenne (ESA pour *European Space Agency*) pour développer des services d'information multimissions.

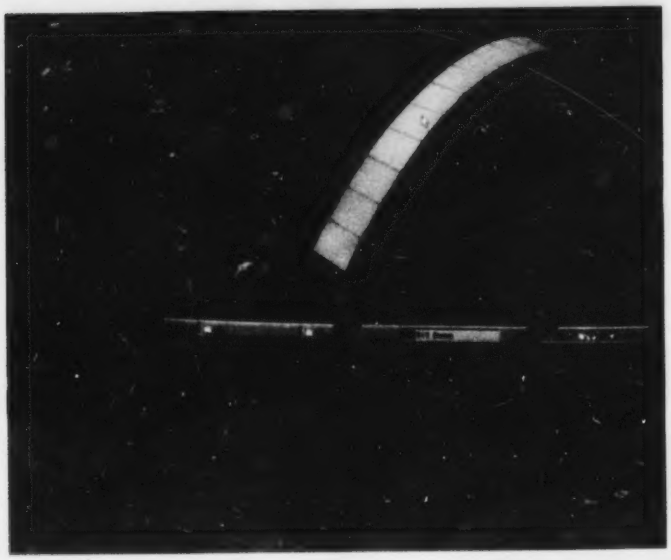


SAISIE DE MOUVEMENTS HUMAINS



La commande précise de systèmes robotiques de pointe comme le SSRMS canadien (pour *Space Station Remote Manipulator System* ou *Canadarm-2*) et le SPDM (pour *Special Purpose Dexterous Manipulator*) est une tâche très complexe pour laquelle les astronautes doivent uniquement compter sur deux contrôleurs manuels du type manche à balai. Un entraînement considérable est requis pour que les astronautes soient en mesure de manipuler efficacement ces systèmes. Les mouvements robotiques complexes seraient grandement facilités si une interface de commande plus intuitive et plus naturelle permettait de capter directement les mouvements humains.

Pour relever ce défi, l'ASC a financé Measurand Inc., un fabricant et développeur de capteurs de courbure souples à fibres optiques, pour le développement du SHAPE TAPE[MD], un ruban qui s'adapte aux surfaces pour en capter la forme et le mouvement en temps réel. Le système SHAPE TAPE[MD] est un ensemble de capteurs à fibres optiques faisant appel à une technologie brevetée de détection de courbure. Des fibres optiques montées dans un ruban souple transfèrent la forme d'un objet à un ordinateur, qui fournit une image numérique précise tridimensionnelle de la forme et de l'orientation du ruban.



La capture de mouvement s'avère un outil de plus en plus puissant et important dans nombres de domaines, de la robotique à la médecine en passant par les projets artistiques, les jeux vidéos et le cinéma. Ce type de ruban peut également servir à améliorer le déploiement des coussins gonflables dans les automobiles en fonction de la forme de l'automobile après un accident ou pour mesurer la déformation de la colonne vertébrale dans les sièges éjectables.

Cette technologie pourrait permettre aux astronautes de réaliser des tâches complexes à l'extérieur de la Station spatiale internationale (ISS) ou à partir du Centre de contrôle de mission ici sur Terre. L'électronique d'interface et les capteurs ont été testés avec succès à bord d'une navette spatiale de la NASA. Cette réussite a permis à Measurand Inc. d'augmenter sa part de marché de manière importante et d'acquérir un certain nombre de clients prestigieux dont General Motors, la NASA, Ford Visteon, Eastman Kodak, MIT Media Lab, Veridian et la Clinique Mayo. Cette technologie a également été concédée par licence à Northern Digital Inc. de Waterloo, en Ontario, à des fins d'applications médicales.

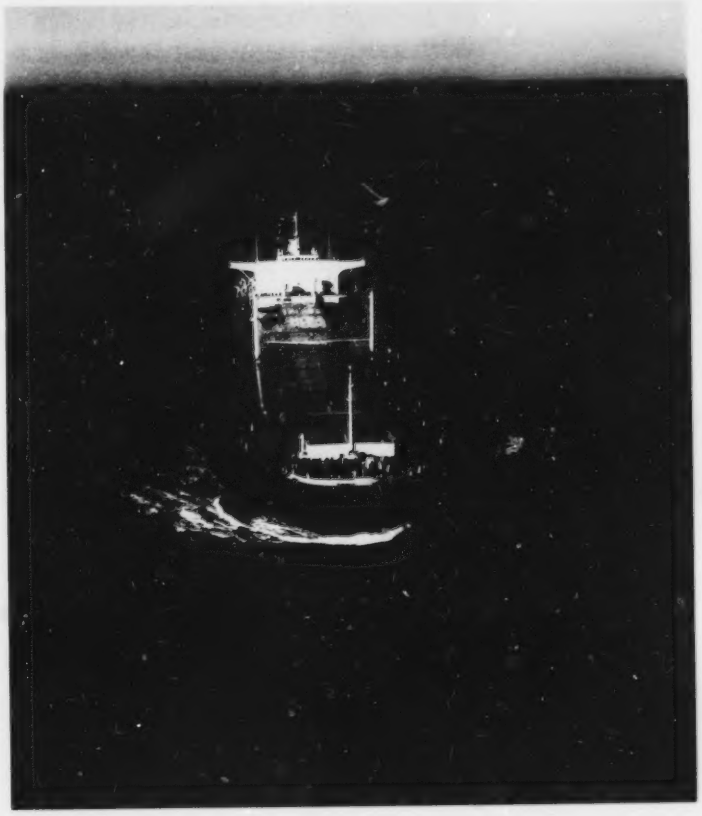
NAVIGATION EN TOUTE SÉCURITÉ

Un robot spatial doit souvent réaliser des tâches dans un milieu encombré et changeant et doit éviter les collisions. Un système intelligent doit donc pouvoir évaluer et prédire les changements de milieu afin de modifier sa trajectoire en conséquence. Cette même technologie a été appliquée au problème du guidage automatique des navires dans les voies navigables très fréquentées et encombrées.

Les pilotes automatiques maritimes traditionnels ont été conçus pour maintenir un cap prédéfini suivant lequel le capitaine du navire trace sa route et apporte les changements nécessaires en fonction de son expérience. Avec le support de l'ASC, CORETEC Inc. , une firme d'ingénierie spécialisée en recherche appliquée et en développement, a mis au point un système perfectionné de pilotage automatique appelé ASAS (pour *Advanced Ship Autopilot System*). ASAS est une retombée terrestre directement dérivée de la technologie de guidage robotique. Ce système de manœuvre et de commande est capable de maintenir un navire sur une trajectoire prédéterminée. En plus d'améliorer la sécurité maritime et la sécurité de la navigation, ce système permet également de réduire la consommation de carburant et l'usure de l 'équipement.

Le système ASAS comprend deux éléments importants : un système de prédiction de la trajectoire et une unité de commande. Le recours à un système intelligent permet de prévoir avec précision non seulement le cap du navire, mais aussi sa trajectoire. L'unité de commande fait les réglages nécessaires aux commandes de direction du navire de manière à maintenir une trajectoire prédéterminée dans l'eau. Les systèmes actuels sont conçus pour maintenir uniquement le cap du navire et non pas sa trajectoire, c'est pourquoi le système ASAS représente une nette amélioration par rapport aux systèmes automatiques actuels.

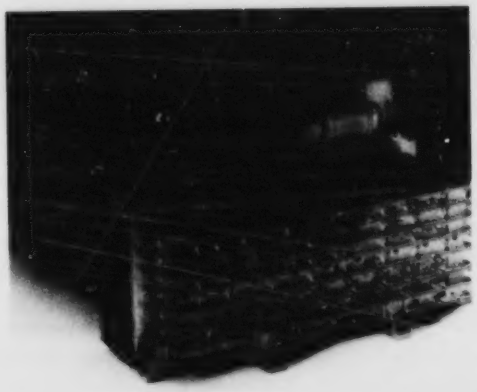
Le système ASAS a permis à CORETEC de mettre au point un logiciel de simulation de navigation, fonctionnant sur un ordinateur de bureau, destiné au maniement des navires.



AUGMENTER LA FLEXIBILITÉ ET LA PERFORMANCE DES SATELLITES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

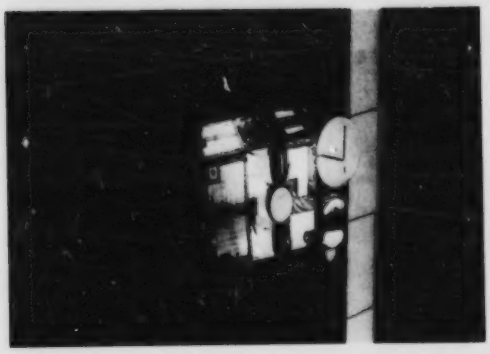
Les satellites de télécommunications, fournisseurs de services de transmission de données, de télévision, de radio, de téléphonie et d'Internet, pour n'en nommer que quelques-uns, sont des assemblages dont la complexité est en constante évolution afin de répondre aux demandes des nouvelles applications.

L'envoi de signaux de puissances et de largeurs de bande diverses, n'importe où, selon les besoins de l'utilisateur, représente tout un défi technologique. C'est la raison pour laquelle l'ASC a appuyé le développement de la technologie BEAM*LINK[MD].



BEAM*LINK[MD] est une technologie qui divise les transpondeurs en canaux multiples pouvant être indépendamment dirigés sur des systèmes multifaisceaux. Il s'agit d'une sorte de boîte de collecte qui fonctionne avec un certain nombre de transpondeurs pour gérer efficacement le trafic partiel. Seuls les transpondeurs assurant le trafic à bande étroite sont sous-routés. Les sous-canaux peuvent avoir des largeurs de bande variables, sur commande, de manière à ce que la charge utile puisse être configurée de façon optimale en fonction du mode de trafic.

BEAM*LINK[MD] offre une beaucoup plus grande souplesse de gestion du trafic pour les satellites multifaisceaux, ce qui a permis aux fournisseurs de services d'accroître leurs revenus jusqu'a 40 millions de dollars par année et de favoriser la mise en place de nouveaux services. Cette technologie sera utilisée dans la prochaine génération de satellites Anik F2. Le leadership reconnu de COM DEV en ce domaine lui a permis d'obtenir un contrat pour la construction d'un processeur en bande Ka destiné au satellite ASTRA 1K, lequel fournira un service Internet bidirectionnel via un satellite européen.



STATIONS TERRESTRES POUR ERS-1

Le premier satellite canadien d'observation de la Terre, RADARSAT-1, s'est révélé un succès en partie grâce à l'expérience récoltée lors de la réception, du traitement et de l'utilisation des données d'ERS-1, le premier satellite européen de télédétection voué à l'étude des côtes, des océans et des glaces. ERS-1 a été exploité de 1991 à 1996 et MacDonald Dettwiler (MDA) en a assumé le rôle d'entrepreneur principal.

MDA était chargée, pour le secteur terrestre, de la gestion, de l'ingénierie, de l'intégration et de la vérification technique et conceptuelle ainsi que de l 'assurance produit. Ceci comprend le radar à synthèse d'ouverture RSO, le sous-système de traitement rapide, l'ordinateur de traitement et de surveillance ainsi que le sous-système d'enregistrement et de reproduction des données.

Ce contrat est une retombée directe de la contribution canadienne au programme ERS à travers l'Accord de coopération entre le gouvernement du Canada et l'Agence spatiale européenne. Cet Accord, donne aux sociétés canadiennes un accès au programme spatial européen et la possibilité de commercialiser leurs produits et services sur les marchés internationaux.

Les informations fournies par le satellite ERS-1 ont eu un impact important sur notre compréhension des océans, de la calotte polaire, du climat, et de bien d'autres domaines : contrôle de la pollution, prévisions météorologiques, surveillance des cultures, déboisement, efficacité des systèmes de manœuvre maritimes, gestion des ressources piscicoles et exploration en mer.

Le marché de 27 millions de dollars attribué par l'ESA pour ERS-1 a permis à MacDonald Dettwiler de décrocher tous les marchés accordés partout dans le monde en vue de la mise à niveau des stations terrestres de réception des données d'ERS-1. Forte de cette expérience, MDA a réussi à vendre d'autres systèmes terrestres et de traitement de données satellites au gouvernement japonais (JERS, ADEOS). L'entreprise a également été retenue pour la fourniture de nouvelles stations terrestres d'observation de la Terre. Le secteur terrestre des contrats d'ERS-1 a aussi permis à MacDonald Dettwiler de décrocher d'importants contrats dans le cadre du budget général de l'ESA pour les mises à niveau et l'entretien logiciel (Earthnet).

L'investissement de l'ASC dans le programme de l'ESA a par ailleurs permis au Service canadien des glaces d'avoir accès aux données d'ERS et de les utiliser. Ceci a contribué à la sélection de RADARSAT International Inc. (RSI), une filiale de MDA, pour vendre les données d'ERS.

Daniel E. Friedmann, président et directeur général, MacDonald Dettwiler and Associates Ltd., *« Les investissements de l'ASC dans le développement des technologies spatiales ont permis de créer un environnement qui stimule l'industrie canadienne et lui permet de remporter des succès au pays comme à l'étranger. Les efforts soutenus de l'ASC visant la participation des entreprises canadiennes aux programmes de l'Agence spatiale européenne ont été un facteur déterminant de notre succès. L'expérience acquise dans les programmes nationaux et dans ceux de l'ESA nous a permis de développer une technologie de classe mondiale sur les marchés internationaux d'observation de la Terre à telle enseigne que MacDonald Dettwiler est maintenant reconnu comme le leader mondial des systèmes d'OT opérationnels à haute performance ».*

À DÉFAUT D'ÊTRE SUR PLACE

Pour faire fonctionner le Télémanipulateur *Canadarm-2* et le Manipulateur agile spécialisé (SPDM pour *Special Purpose Dexterous Manipulator*), les astronautes de la Station spatiale internationale (ISS) doivent suivre un entraînement complet et obtenir leur certification sur Terre avant le lancement, ce qui exige des techniques et des outils de formation qui simulent fidèlement l'ISS, le SSRMS et le MSS (pour Mobile Servicing System) et qui offrent des scénarios de formation réalistes. Les approches traditionnelles pour la conception de lieux complexes comme les postes de travail robotiques de la Station spatiale reposent principalement sur l'élaboration de maquettes et sur un processus d'essais et d'erreur. Il s'agit d'un processus onéreux et fastidieux. Le défi consiste à mettre en place des outils de formation et de soutien performants tout en limitant le recours aux maquettes physiques coûteuses.

On a remarqué au cours de la dernière décennie, un engouement pour la réalité virtuelle (VR), qui permet de réaliser des simulations et de la formation. L'augmentation de la puissance des ordinateurs et de l'avènement de l'Internet comme outil de communication mondial en sont les raisons. D'ailleurs, la RV est de plus en plus utilisée dans les industries de haute technologie.

Mis au point par Genicom Inc. avec l'appui de l'ASC, le logiciel de modélisation humaine Safework® sert à évaluer en réalité virtuelle un poste de travail avant l'utilisation de maquettes physiques. Le module de réalité virtuelle permet de représenter avec précision dans un environnement virtuel, des astronautes occupés à manipuler le Canadarm et à travailler à

bord de la Station spatiale internationale. Des travaux subséquents ont mené l'ASC à intégrer une partie de cette technologie dans l'environnement virtuel d'entraînement aux opérations VOTE (pour *Virtual Operations Training Environment*) de la Station spatiale.

Les mannequins Safework sont réputés pour leur grande précision. Le système offre 104 variables anthropométriques et 148 degrés de liberté. Équipé de capteurs de position et d'orientation, l'utilisateur est représenté dans une scène virtuelle par un mannequin ayant les mêmes caractéristiques et suivant les mêmes mouvements que lui. Un casque de réalité virtuelle permet aussi à celui-ci d'observer la scène du point de vue du mannequin. Les modèles sont créés rapidement à l'aide de numérisation 3D.

Le principal marché visé par Genicom pour le VirtualMan est celui du logiciel de divertissement. Safework est le modèle privilégié par les grandes entreprises des secteurs aérospatial, automobile, militaire, médical et industriel. Il est aussi utilisé pour l'entraînement des astronautes japonais, américains, russes et canadiens.

Fondée en 1984, SAFEWORK Inc. est passée aux mains de Dassault Systèmes au printemps 2000, devenant ainsi la filiale connue sous le nom de « Human Modelling Competency Centre » pour la marque de Dassault Systèmes.

Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency

RÉDUCTION DE TAILLE ET MASSE PAR LA SUPRACONDUCTIVITÉ

Les satellites de télécommunications reçoivent, traitent et acheminent des signaux. Les multiplexeurs du satellite servent à diviser et à combiner les signaux en bandes de fréquences que les amplificateurs actuels peuvent accepter à bord des satellites. Ces multiplexeurs hyperfréquences occupent traditionnellement une partie importante du satellite.

Les multiplexeurs supraconducteurs sont 50 % plus petits (poids et masse) que les résonateurs diélectriques conventionnels ; un multiplexeur supraconducteur frontral cryogénique intégré peut aussi contribuer à une réduction du bruit.

COM DEV fabrique des filtres multiplexeurs d'entrée et de sortie qui fonctionnent à des fréquences variant de 200 MHz à 30 GHz, à largeur de bande de moins de 0,3 % à 20 %. Les filtres multiplexeurs d'entrée, qui utilisent des résonateurs diélectriques, offrent le module filtre le plus petit et le plus léger actuellement sur le marché avec un poids inférieur à 140 grammes par canal en bande Ku, un facteur de qualité de plus de 13 000 et un temps de propagation de groupe et une amplitude intrabande plate. Les filtres multiplexeurs de sortie offrent le multiplexage à canaux multiples des bandes de fréquence (2 GHz) adjacents, non-adjacents ou quasi-adjacents.

La technologie HTS (pour *High Temperature Superconductive*) se fonde sur un composé de céramique de YBCO (pour *Yttrium Barium Copper Oxide*) qui offre une température critique de supraconductivité de 120°K. L'ASC a appuyé le développement des multiplexeurs faisant appel à cette technologie de COM DEV.

En 1999, COM DEV a utilisé avec succès un multiplexeur supraconducteur à haute température à 4 canaux HTS sur le satellite ARGOS du Naval Research Laboratory. Elle a aussi utilisé un récepteur cryogénique intégré en bande Ka qui a contribué à la réduction du bruit. Cette amélioration a eu un impact considérable sur le coût et la taille des terminaux terrestres en bande Ka.

Le leadership de COM DEV dans ce créneau de marché est encore confirmé par le récent contrat d'une valeur de 25 millions de dollars qu'elle a obtenu pour la fabrication de commutateurs et de multiplexeurs pour deux des plus gros satellites de télécommunications du monde fabriqués par Astrium N.V. pour INTELSAT. Ces deux satellites seront équipés de plus de 200 canaux multiplexeurs et de 950 commutateurs COM DEV. La technologie HTS permettra à COM DEV de conserver sa position de chef de file en ce domaine.

TRANSPORT AU SOL - RESPECT DES ÉCHÉANCES

Le montage et l'exploitation d'une entreprise aussi complexe que la Station spatiale internationale exige un débit constant de marchandises, de matériaux, de pièces et de produits de partout au monde, planifié et contrôlé de manière précise et consciencieuse. Le routage, l'ordonnancement et la répartition sont des opérations qui prennent du temps et qui, à l'heure actuelle, se font surtout manuellement et dépendent donc très largement de l'expérience du personnel. Les analyses par simulation sont impossibles à réaliser. La logistique exigée par cette chaîne complexe d'activités interreliées ainsi que la limitation des impacts constituent tout un défi.

Dynacon, une société d'ingénierie spécialisée en automatisation et en robotique qui jouit de l'appui financier de l'ASC, a fait des études technologiques afin de relever ce défi.

Ces études ont permis à Dynacon de développer et de mettre en marché quatre logiciels commerciaux de logistique de routage et d'ordonnancement :

- *Dispatcher Assistant* permet l'optimisation, la consolidation et le routage des chargements ;
- *Carrier Manager* facilite la sélection des transporteurs, l'évaluation et l'analyse du fret ;
- *Direct Ship* vient ajouter les fonctions chargements partiels et inter-transporteurs à celles du Carrier Manager ;
- *Route Manager* traite des problèmes d'ordonnancement et de routage multimodaux et multinodaux.

Les progiciels présentent certains attributs clés dont les suivants : géocodage automatique par l'intermédiaire de codes postaux; interface conviviale avec édition à l'écran et entrée textuelle via des fichiers universels; modes d'exploitation pouvant être sélectionnés par l'utilisateur (nombre et type de points de transbordement, capacité de retour à charge, types de routes, types de transporteurs, choix de flottes, choix de chargements, régions géographiques).

Parmi les avantages associés à cette série de logiciels, on compte l'automatisation des opérations parmi les plus complexes de routage, d'ordonnancement et de répartition et la réduction des coûts de routage, d'ordonnancement ainsi que ceux associés aux transporteurs. Avec l'essor que connaît actuellement le commerce électronique et dans un marché où la concurrence se fait de plus en plus féroce, les marges supplémentaires de profit que peut offrir un système de distribution plus efficace comme le Dynacon peuvent signifier une réussite au lieu d'une faillite.

Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency

LA DÉTECTION DU TOUCHER POUR DÉTECTER CE QUI VOUS TOUCHE

Le Manipulateur agile spécialisé (SPDM pour *Special Purpose Dexterous Manipulator*) de l'ASC exécutera des opérations robotiques de pointe sur la Station spatiale internationale. Ces opérations nécessiteront une capacité d'approcher, de toucher, de saisir et de manipuler une grande variété d'objets comme des câbles, composants, poignées, isolants thermiques, outils, etc. Au premier abord, cela peut sembler simple pour un robot de saisir un objet, mais cela exige une séquence complexe de positionnements précis à partir du moment où le robot s'approche de l'objet jusqu'à ce qu'il le touche. La partie critique de cet exercice est le segment entre le dernier centimètre et le dernier millimètre où l'organe de préhension du robot doit être bien aligné avec l'objet en préparation du contact. Des capteurs de courte distance ou de proximité sont requis et doivent idéalement être intégrés au bout des doigts du robot.

Pour relever ce défi, Kinetic Science Inc. (KSI), financée par l'ASC, a développé un capteur « d'étroite » proximité, qui donne des informations précises sur la distance et l'orientation d'un objet par rapport à un autre et se situant à une distance d'entre 1 cm et 1 mm du bout des « doigts » d'un robot. La vision repose sur une technologie de capteur au silicium micro-usiné qui intègre le traitement électronique. Le capteur de proximité peut fournir des caractéristiques de l'image et des données sur la distance lorsqu'il est très près de la surface de l'objet et, étant donné l'absence de lentilles conventionnelles, le potentiel de distorsion de l'image s'en trouve réduit.

Comme retombée terrestre de cette technologie, KSI a développé le capteur Vision Skin^{MC} ; un capteur biométrique d'empreintes digitales humaines (lecteur d'empreintes digitales) qui permet la lecture automatique des empreintes digitales dans le cas d'applications touchant la sécurité informatique et le contrôle d'accès. Avec l'ADN, les empreintes digitales constituent l'une des caractéristiques uniques essentielles pour différencier les individus.

Le lecteur d'empreintes digitales Vision Skin^{MC} présente un énorme potentiel de commercialisation dans des applications touchant la police et la sécurité. L'industrie de l'informatique est également ciblée comme marché important. En 1997, KSI a signé une entente de licence couvrant l'Asie (à l'exception du Japon) pour la commercialisation de dispositifs d'identification d'empreintes digitales.

KSI œuvre à la prestation de services de recherche et de développement de produits dans les domaines des capteurs de pointe, des actionneurs, de l'automatisation et des capteurs biométriques de pointe dans le secteur de la sécurité informatique.

FILTRES À ONDES DE SURFACE

De nos jours, les télécommunications par satellite sont largement répandues, par conséquent, les satellites de télécommunications doivent réutiliser les fréquences et acheminer les signaux. Des filtres dont le fonctionnement repose sur la technologie des ondes acoustiques de surface (SAW, pour *Surface Acoustic Waves*) forment un élément important de la segmentation des sous-canaux ; mais la fabrication efficace et rentable de filtres à ondes de surface SAW exige des capacités de modélisation exceptionnelles et une expertise pour le contrôle du processus. COM DEV International Ltd. détient une solide expérience dans le domaine des filtres à ondes de surface, fondée sur plus de 15 années de collaboration entre le gouvernement et des experts universitaires. COM DEV est maintenant un chef de file dans l'usinage d'appareils à ondes de surface pour les programmes spatiaux commerciaux et est en mesure de répondre aux besoins croissants de l'industrie des télécommunications sans fil.

Pour INMARSAT 3, un système de satellites essentiel qui dessert presque tous les plus gros réseaux mondiaux de télévision, de radiodiffusion et de la presse écrite, les filtres à ondes de surface ont été conçus de manière à être efficaces du point de vue spectral, avec des largeurs de bande de transition de 200 kHz et une fréquence d'exploitation approximative de 170 MHz. D'autres dispositifs à ondes de surface ont aussi été mis au point pour la charge utile EMS (pour *European Land Mobile Services*) ; de l'Agence spatiale européenne (ESA) à bord du satellite ITALSAT-F2 ; qui a employé 15 systèmes SAW différents. Dernièrement, le programme ARTEMIS a également fait appel à 15 systèmes SAW différents, ce qui a permis d'augmenter l'efficacité spectrale avec des largeurs de bande de transition de 100 kHz. Pour les travaux en cours, on a obtenu des fréquences d'exploitation s'élevant jusqu'à 1,6 GHz et une réduction de la perte d'insertion du filtre.

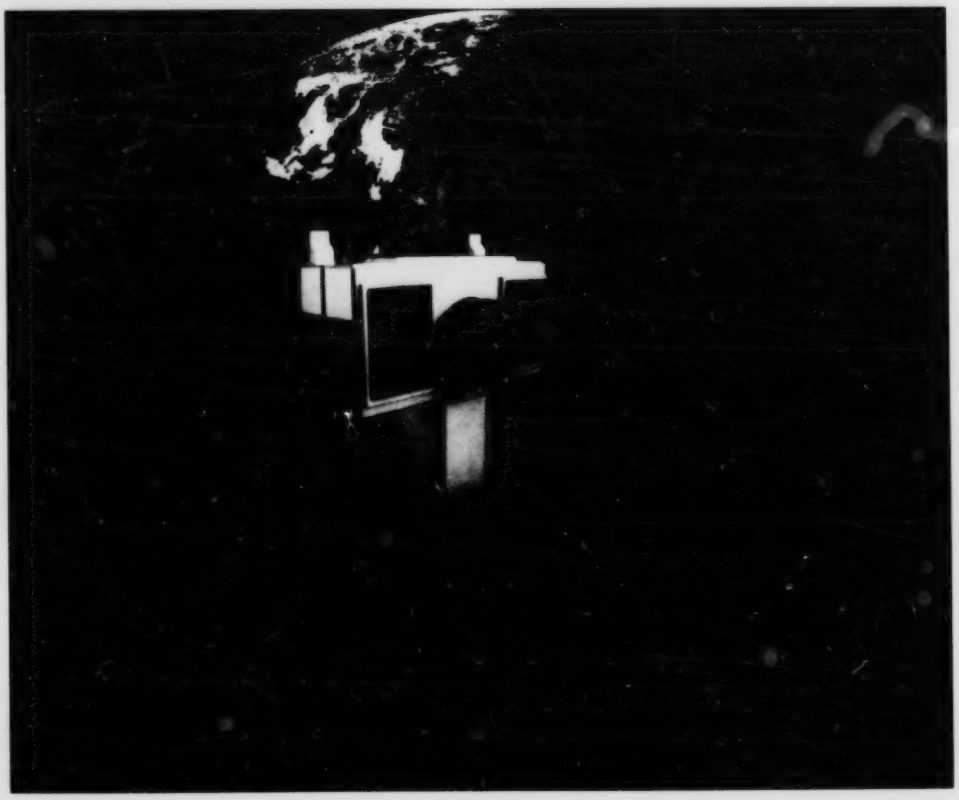
L'ASC a joué un rôle important dans le développement des systèmes à ondes de surface de COM DEV en participant à son financement et en mettant à contribution son leadership technique dans les domaines des procédés de fabrication, des applications et des produits. Au Canada, COM DEV International est le plus grand concepteur, fabricant et distributeur de sous-systèmes et de produits sans fil spatiaux et terrestres.

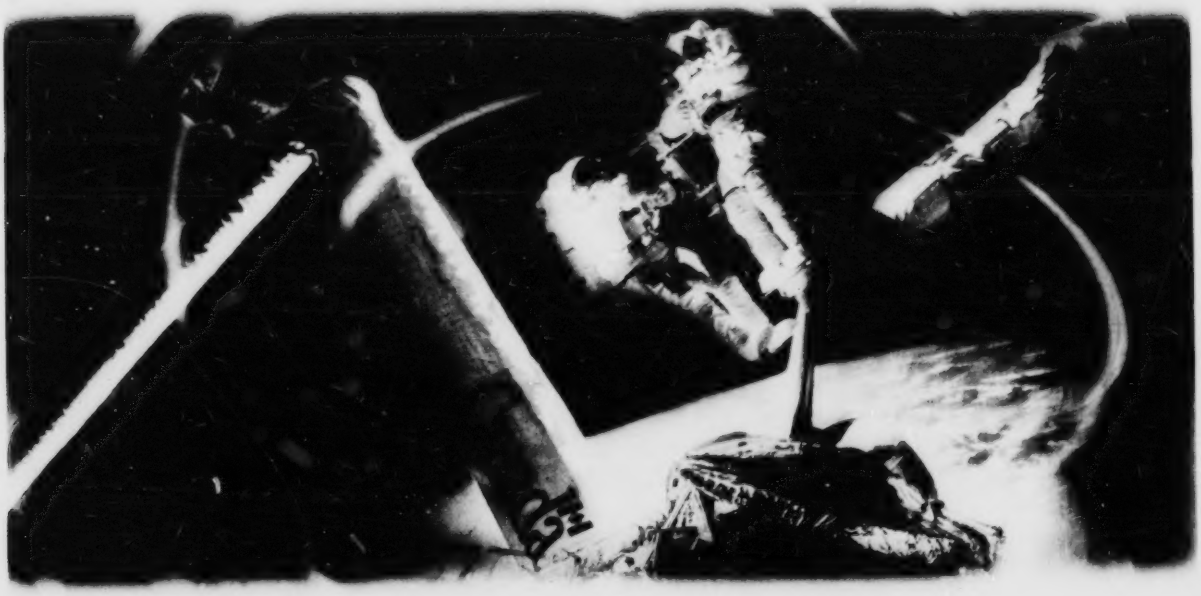
POSITIONNEMENT DES MICROSATELLITES

Les microsatellites offrent de nombreuses possibilités pour les nouvelles missions commerciales et scientifiques autrefois inabordables à cause du coût des gros satellites. Leur masse (de 50 à 100 kg) et leur coût (de 5 à 10 millions de dollars) sont bien inférieurs à ceux des satellites antérieurs. Bon nombre de ces nouvelles missions nécessitent une souplesse de pointage et des capacités de contrôle équivalentes à celles des plus gros satellites. Pour répondre à ces exigences, il a fallu miniaturiser les nombreux capteurs, actionneurs et éléments informatiques de commande nécessaires de même que réduire considérablement leurs coûts de production.

Grâce à l'appui financier et à la collaboration de l'ASC, Dynacon Ltd. a développé un système complet de contrôle d'attitude de satellite : les systèmes de contrôle d'attitude haute performance HPAC[MD] (pour *High Performance Attitude Control*) forment une famille de produits logiciels et matériels destinés aux petits satellites qui leur permet de rivaliser avec les capacités de contrôle d'attitude des gros satellites, de remplir des missions plus ambitieuses que jamais et d'attirer de nouveaux clients dans le marché spatial.

Les produits HPAC[MD] ont permis à Dynacon de développer la mission MOST de l'ASC impliquant le premier télescope spatial du Canada. De plus, le système de contrôle d'attitude de HPAC[MD] a aussi été choisi pour équiper le satellite australien Fedsat, permettant ainsi à Dynacon de faire son entrée sur le marché mondial des microsatellites.





COMPRÉHENSION DE L'ENVIRONNEMENT ET CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

SURVEILLANCE DES INONDATIONS

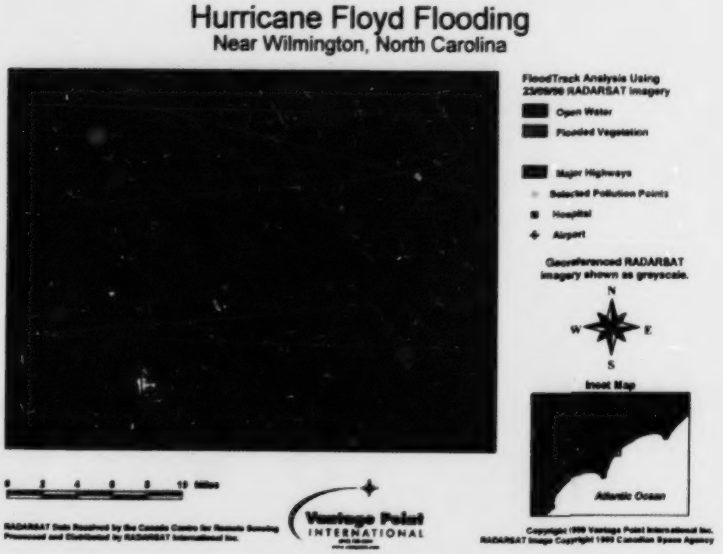
L'observation de la Terre réalisée à l'aide de satellites comme RADARSAT-1 est utile dans de nombreux domaines. Le domaine de la surveillance des inondations est peut-être celui qui en bénéficie le plus directement et de la façon la plus spectaculaire. La difficulté consiste à acquérir des données RADARSAT, à les analyser et à les livrer rapidement aux clients afin de limiter les dégâts. L'ASC a appuyé la mise au point de logiciels puissants pour répondre à ces exigences.

Ronald Saper, président, Vantage Point International Inc., *« Le PPUR (Programme de promotion des utilisations de RADARSAT) a aidé VPI à mieux faire connaître son produit FloodTrack au Canada et aux États-Unis, à commercialiser ses services et à générer des ventes. Merci à l'Agence spatiale canadienne pour son appui et son encouragement à l'égard du perfectionnement de l'industrie spatiale canadienne. »*

Le Poste de travail de surveillance des inondations et le service de suivi FloodTrack que propose Vantage Point International Inc. (VPI) fournissent en temps voulu une information synoptique sur l'ampleur d'une inondation d'une façon rapide, économique et pratique. La technologie FloodTrack permet de distinguer avec une grande précision les zones d'eau libre de la végétation submergée et d'établir des cartes de situation avec géocodage intégral pouvant être livrées par Internet.

Cette technologie a contribué au développement de deux nouveaux services : l'intégration de FloodTrack/MNA (modèle numérique d'altitude) et la cartographie FloodTrack du littoral. Le système FloodTrack a été utilisé par l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et par le Programme alimentaire mondial dans le cadre d'opérations de secours lors des inondations au Mozambique et des débordements de la rivière Rouge au Canada en 1997.

Les secteurs technologiques clés de Vantage Point International sont le radar, le système FloodTrack et le traitement numérique des signaux. Le développement de cette technologie a valu à l'entreprise d'enregistrer une augmentation de ses revenus de l'ordre de 200 % et d'établir au moins trois alliances directes avec d'autres entreprises privées aux États-Unis et au Canada. Ainsi, VPI joue un rôle de chef de file sur les marchés de la gestion des catastrophes et des plaines d'inondations.



COMPRENDRE LES IMAGES

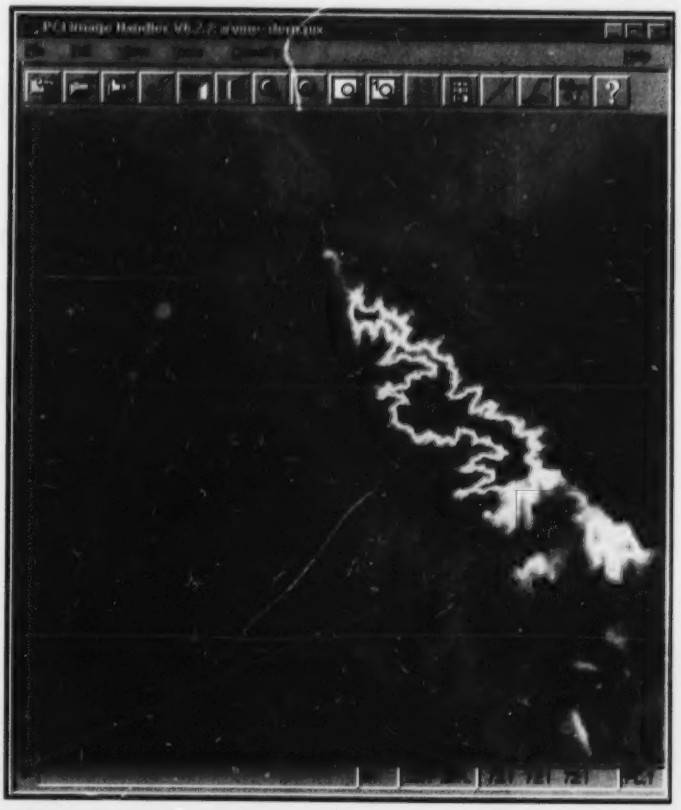
La couverture nuageuse caractéristique de certaines régions du monde nous empêche de recueillir, pour ces zones, des données de télédétection provenant de capteurs spatiaux ou de caméras fonctionnant dans les portions du visible et du proche infrarouge du spectre électromagnétique. Bien que les données RADARSAT puissent remplacer efficacement ces capteurs pour beaucoup d'applications comme la cartographie, la nature particulière du radar rend nécessaire l'orthorectification de l'image ; un procédé complexe, effectué principalement par des experts et qui exige énormément de traitement et de traduction des données.

C'est pour répondre à la forte demande d'imagerie orthorectifiée que PCI Geomatics, un leader mondial dans le développement de logiciels géomatiques, a créé le produit RSAFE, un puissant système qui permet aux utilisateurs de faire l'orthorectification et le mosaïquage des images RADARSAT.

Dans le cadre du projet RSAFE, PCI a créé les modèles logiciels OrthoEngine de traitement et de correction des données RADARSAT pouvant être utilisés même par ceux qui n'ont qu'une connaissance rudimentaire du fonctionnement des radars. Les produits OrthoEngine intègrent tous les modèles mathématiques requis. Les tâches laborieuses sont effectuées en mode automatique ou semi-automatique, ce qui permet de libérer d'importantes ressources en personnel.

La technologie RSAFE, mise en œuvre dans les produits OrthoEngine, a favorisé une augmentation des ventes dans les régions où il existe une forte demande pour les données cartographique. Parmi ses principaux clients, PCI compte le gouvernement fédéral et les administrations locales ainsi que les entreprises d'exploration pétrolière et gazière.

En plus d'avoir contribué au financement du développement technologique, l'ASC a parrainé les travaux entrepris en collaboration avec les intervenants associés au produit et a fourni des conseils en matière de développement, de commercialisation et d'établissement du profil de RSAFE. L'Agence a, en outre, fourni à PCI les données RADARSAT requises aux fins du développement, de l'essai et de la commercialisation de son produit.



COMPRENDRE L'OZONE

L'appauvrissement de la couche d'ozone dans la stratosphère représente aujourd'hui l'une des plus grandes préoccupations environnementales de la planète. On ne dispose pas, à l'heure actuelle, de données fiables sur la répartition de l'ozone dans la troposphère à des résolutions suffisantes, surtout dans les régions polaires.

La seule façon de mesurer les espèces chimiques (dont l'ozone) à l'échelle mondiale avec une bonne résolution verticale et horizontale est de recourir à un Lidar (pour *Light Detection And Ranging*), un instrument actif qui peut transmettre des impulsions laser à travers l'atmosphère depuis le satellite. Le Lidar à absorption différentielle est considéré comme l'instrument convenant le mieux à l'établissement du profil vertical de l'ozone depuis l'espace. Chaque impulsion laser a deux longueurs d'onde dans l'ultraviolet : l'une dans une raie d'absorption de l'ozone et l'autre à une longueur d'onde proche de la raie d'absorption de l'ozone. En mesurant, pour chaque longueur d'onde, l'intensité de la lumière rétrodiffusée le long de la trajectoire de l'impulsion, il est possible d'établir la répartition des concentrations d'ozone avec de bonnes résolutions verticale et horizontale. Le même système lidar peut aussi transmettre dans la plage visible du spectre et prendre des mesures des aérosols atmosphériques et des nuages en fonction de coordonnées tridimensionnelles.

C'est dans ce contexte que la NASA et l'Agence spatiale canadienne ont mené, en 1998, l'étude ORACLE (pour *Ozone Research in the Atmosphere by Cooperative Lidar Experiments*) pour évaluer cette approche. L'étude a démontré qu'il était possible de prendre des mesures quantitatives d'espèces chimiques présentes dans l'atmosphère par la technologie Lidar spatiale. Elle a assuré une reconnaissance internationale du savoir-faire canadien dans la conception, la fabrication, l'intégration et l'exploitation de systèmes et de capteurs aéroportés, terriens et spatiaux. Elle a de plus, mené au développement de sous-systèmes Lidar spatiaux uniques et de composants susceptibles d'être commercialisés (télescopes déployables dans l'espace avec correcteurs secondaires, détecteurs de photons, lasers Raman entièrement transistorisés à haute efficacité, et autres). Le projet ORACLE a également permis la mise sur pied d'un partenariat avec le Service météorologique du Canada, un utilisateur potentiel important des données de modelage atmosphérique.

L'Agence spatiale canadienne a désigné Optech, une entreprise de calibre international spécialisée dans la recherche et développement et la fabrication de systèmes Lidar, comme leader industriel canadien. Optech travaille à la conception du récepteur ORACLE qui comprend le télescope, le module optique secondaire et le matériel électronique de traitement des signaux. Le télescope est conçu pour voyager dans l'espace dans un ensemble compact et pour se déployer une fois en orbite.

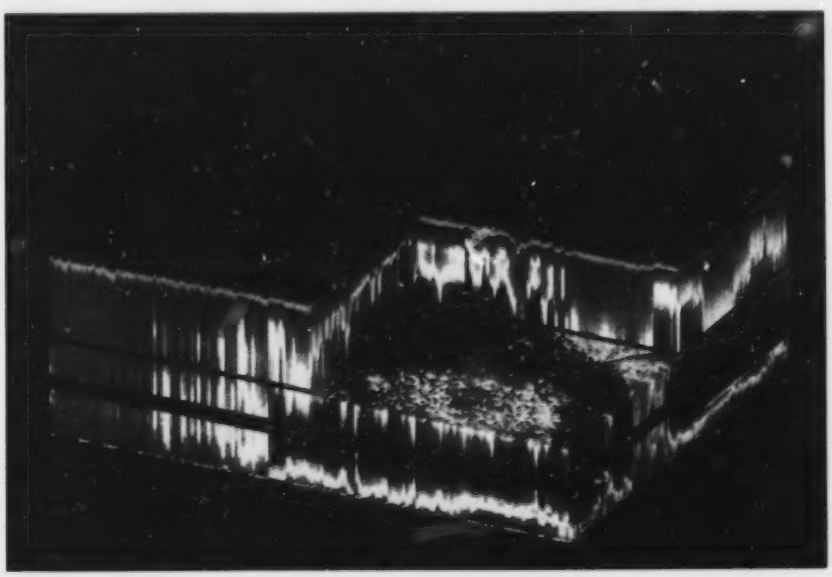
VISUALISATION DE DONNÉES HYPERSPECTRALES

La prochaine génération d'instruments optiques d'observation de la Terre fera appel aux spectromètres imageurs, qui permettent d'obtenir des données d'image dans des centaines de bandes spectrales. Les recherches ont démontré que les données d'image hyperspectrales riches en information peuvent être traitées pour obtenir des douzaines de nouveaux produits d'information. Cependant, l'important volume de données produit par les spectromètres d'imagerie aéroportés et spatiaux, limite grandement l'utilisation opérationnelle des données d'image hyperspectrales d'observation de la Terre.

MacDonald Dettwiler (MDA) a conçu le fureteur d'imagerie hyperspectrale HIBR (pour *Hyperspectral Image Browser*), un outil de furetage (via l'Internet) pour repérer les ensembles de données hyperspectrales qui sont hautement comprimés, mais à la fois extrêmement riches en information. Les hypercubes HIBR comprimés sont plus petits, plus rapides à traiter et à transférer électroniquement avec des pertes de précision négligeables, donnant ainsi lieu à des possibilités d'exploitation d'applications globales.

Le HIBR repose sur une technologie de quantification vectorielle brevetée par l'ASC; qui permet de comprimer les données d'images acquises et, par la suite, d'appliquer des algorithmes d'extraction d'information aux cubes de données comprimés. Les hypercubes d'ordre de grandeur inférieur se traduisent par une rapidité de traitement et de transmission accrue. L'outil HIBR peut donc servir au furetage rapide des hypercubes comprimés en vue de la sélection de données destinées à des analyses ultérieures plus approfondies de même qu'au télétraitement d'hypercubes comprimés en vue de l'obtention de produits finaux d'information.

L'ASC a octroyé la licence de la technologie de quantification vectorielle à MDA, qui a développé un fureteur HIBR en vue de l'installation dans les sites de données d'images renfermant d'imposants catalogues et archives, ainsi que dans les sites de ressources de données hyperspectrales desquels pourront être générés des produits d'information.



COMBATTRE LES FEUX DE FORÊT

Les incendies de forêt détruisent des ressources précieuses. En Colombie-Britannique seulement, le Service forestier (*BC Forest Service*) répond en moyenne à 3 000 feux de forêt par année couvrant un territoire de plus de 1 million de kilomètres carrés. Dernièrement, grâce à l'expertise récoltée lors de projets de l'ESA (*European Space Agency*) financés par l'ASC, MacDonald Dettwiler a conçu un système intégré de services de communication et de localisation en situation d'urgence comme la lutte contre les incendies, les tremblements de terre, etc.

Le projet de gestion d'urgence en temps réel via satellites REMSAT (pour *Real-Time Emergency Management*) fait appel à la technologie satellitaire pour améliorer la communication entre les équipes de lutte contre les incendies qui sont sur place et les centres de contrôle de même que pour fournir des informations actualisées sur la position et l'état des ressources, des avions, de l'équipement et du personnel affecté aux opérations.

L'objectif est la communication directe, offrant des services de voix et de localisation entre le personnel sur place et le centre de contrôle des opérations, grâce à des terminaux de poche ou portatifs qui communiquent par satellite en étant relayés par de plus grands terminaux installés sur des véhicules. Pour ce qui est des incendies de forêt, par exemple, les terminaux de satellites sont installés sur les camions d'incendie et les pompiers se servent de terminaux sans fil. Les terminaux montés sur les véhicules de même que les terminaux personnels offrent des fonctions de localisation en conditions défavorables (p. ex. visibilité réduite en raison de la fumée).

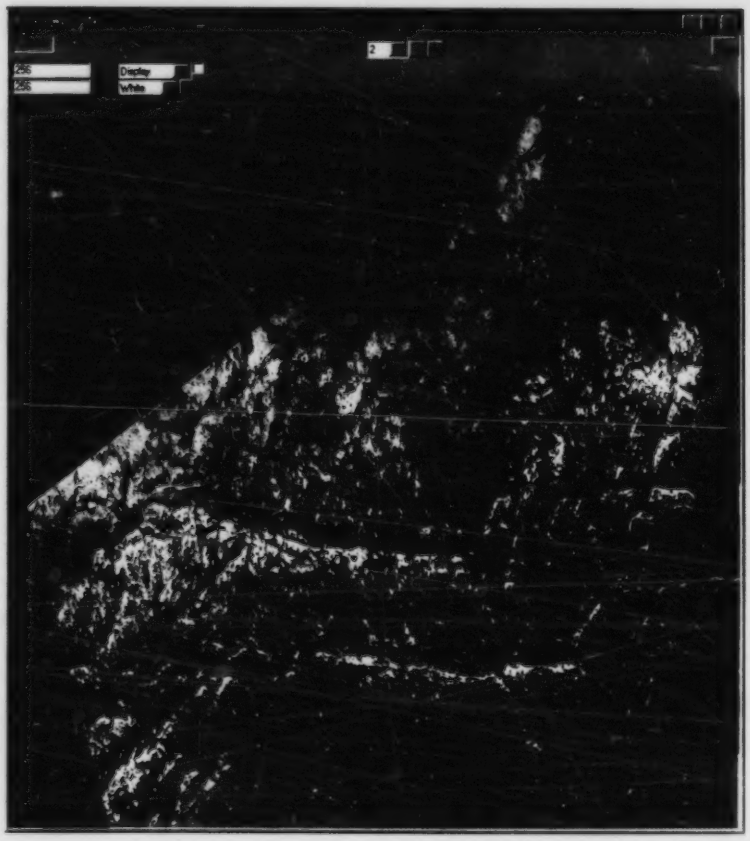
Grâce au système REMSAT, le Service forestier de la Colombie-Britannique bénéficie d'une unité transportable de commande et de contrôle en cas d'incendie qui peut être déployée dans toute région éloignée dépourvue de réseaux de communication. Le système REMSAT aura un impact significatif sur la gestion des situations d'urgence partout au monde, y compris les tremblements de terre, les inondations, et les conditions météorologiques exceptionnelles. Il aidera le Canada et le reste du monde dans la gestion des futures catastrophes naturelles.

ATTÉNUATION DES INONDATIONS

Pendant les débordements de la rivière Rouge en 1997, de même que pour plusieurs autres catastrophes naturelles, le satellite RADARSAT-1 a grandement contribué au suivi de la progression des inondations en fournissant une série d'images radar. Toutefois, l'extraction de l'information requise de ces « photographies » exige l'apport de processeurs d'images puissants et très particuliers. Ces processeurs doivent être en mesure d'absorber des quantités formidables de données et de les transformer avec rapidité et précision en informations pouvant être transmises et lues facilement sur le terrain.

C'est en vue de répondre à ces exigences précises que l'ASC a financé PCI Geomatics pour développer le Poste de travail d'exploitation d'images IMEWS (pour *Image Exploitation Workstation*). IMEWS est un outil complet de traitement, de redressement, d'analyse et de cartographie, conçu pour offrir aux utilisateurs des images à prix raisonnable obtenues au moyen de données de télédétection satellitaire. Le poste de travail, est compatible avec divers produits de données de télédétection commerciales et militaires, y compris RADARSAT. Les fonctions de cet outil comprennent le redressement et l'accentuation des données, les manipulations d'images sur table lumineuse électronique, l'extraction semi-automatique et manuelle de caractéristiques, ainsi que la mesure et la production rapide de cartes. Ce produit est également conçu pour se greffer aux systèmes militaires de renseignements, aux centres d'information sur les opérations d'intervention d'urgence, aux systèmes de production de cartes ainsi qu'à tout autre système d'information géospatiale afin d'en améliorer les capacités.

Le poste de travail IMEWS a stimulé l'usage des données RADARSAT au Canada, aux États-Unis et en Europe. Actuellement l'outil optimal d'exploitation d'images au monde, on prévoit que le poste IMEWS deviendra l'outil logiciel par excellence pour propulser les données RADARSAT sur le marché militaire international.



REPÉRAGE DES MONTAGNES ET DES VALLÉES

Des modèles de terrain à jour sont requis pour certaines applications telles que la planification des réseaux de télécommunication, l'atténuation des catastrophes naturelles, et à certaines fins stratégiques. Elles sont cependant coûteuses et difficiles à obtenir à l'aide des méthodes aéroportées conventionnelles, puisque l'accès à bien des régions du monde est entravé par de mauvaises conditions météorologiques ou par des facteurs politiques. Les données RADARSAT conviennent bien pour dériver les modèles numériques d'altitude (MNA) de la surface et ainsi permettre une mise à jour simple et régulière de l'information.

Patrick McConnell, président, Atlantis Scientific Inc., *« L'intérêt de l'ASC a appuyer Atlantis Scientific Inc. dans ses plans de commercialisation de la technologie interférométrique a été un catalyseur qui a permis à notre entreprise d'entreprendre le travail. Le partage des coûts a réduit le risque global et nous a permis d'avancer plus rapidement. C'est pourquoi Atlantis Scientific Inc. domine aujourd'hui le créneau commercial de logiciel interférométrique et est en mesure de se positionner à titre de leader mondial dans la fourniture de produits dérivés de l'interférométrie à valeur ajoutée.»*

Le défi consistait donc à développer un logiciel commercial abordable qui permettrait de convertir de façon rapide et économique les images RADARSAT en modèles numériques d'altitude (MNA). Avec l'aide de l'ASC, Atlantis Scientific Inc. a accepté de relever ce défi et a mis au point et commercialisé le logiciel EarthView[MD] InSAR. Ce logiciel transforme les images RSO (Radar à synthèse d'ouverture), en utilisant des techniques d'interférométrie qui ont une précision de près de 15 mètres. De plus, avec le mode faisceau étroit de RADARSAT on peut même obtenir une résolution horizontale de 10 mètres.

Cette technologie est déjà mise en œuvre dans de nombreux domaines d'activité : enseignement, exploitation minière, exploration et production pétrolière, autres applications géologiques, glaciologie, opérations militaires, océanographie et télécommunications.

En plus de la croissance engendrée par ses produits logiciels, Atlantis fournit des services de traitement d'images pour les personnes qui souhaitent tirer profit de cette technologie sans avoir à la maîtriser. Parmi ces services, on note des produits comme des cartes de zones d'affaissement et des modèles d'altitude. Grâce à des produits comme EarthView[MD], Atlantis domine maintenant le marché des logiciels commerciaux pour le RSO et l'interférométrie et a vendu plus de processeurs RSO de bureau que toute autre entreprise ailleurs dans le monde. À la fin de 1999, les produits d'Atlantis avaient généré des recettes de quelque 3 millions de dollars. On prévoit qu'ils rapporteront en tout entre 5 et 6 millions de dollars d'ici la fin de leur vie utile.

SURVEILLANCE DES OCÉANS

Les activités d'observation de la Terre englobent également les opérations de surveillance des océans. La nature en rapide évolution des océans impose une cueillette de l'information presque instantanée, ce qui est très difficile en raison des conditions météorologiques, et des grandes superficies à couvrir. Seuls des satellites tels que RADARSAT sont à même de fournir des images multiples et rapides pour de grandes superficies. Cependant, les satellites produisent des quantités énormes de données qui doivent être interprétées rapidement. Un poste de travail très puissant et convivial était donc requis pour traiter les images satellites et les transformer en produits d'information utilisables immédiatement pour la Garde côtière, les compagnies d'assurance, les services environnementaux et les autorités maritimes. SATLANTIC Inc. a donc conçu et fabriqué le Système

expert de surveillance océanique OMW (pour *Ocean Monitoring Workstation*) qui permet de traiter les images satellites de la surface des océans et d'en extraire des données utiles à la détection des navires, à la surveillance des vagues et des limites frontales ainsi qu'à la surveillance de l'atmosphère et des déversements d'hydrocarbures. Le système est configuré de manière à pouvoir traiter les données acquises dans tous les modes de fonctionnement de RADARSAT de même que dans les modes RSO (Radar à synthèse d'ouverture) des satellites ERS-1 et ERS-2. Le logiciel OMW est doté d'une interface graphique conviviale et fonctionne en autonomie ou en interaction, en réseau ou à distance, et peut transmettre en cinq minutes seulement des informations stratégiques tirées d'images RSO.

Le OMW contribue aux activités de surveillance et de gestion océanique ainsi qu'aux opérations de recherche et de sauvetage en mer, en procédant en quelques minutes seulement à l'analyse des données reçues. La méthode de recherche intelligente sur laquelle repose l'OMW permet d'identifier avec un degré très élevé de précision les navires apparaissant sur l'imagerie RSO. Parmi les applications du système, on retrouve : trafic et opérations maritimes (surveillance des navires, surveillance des déversements, opérations de recherche, de rétablissement et de sauvetage); météorologie (analyse des changements des systèmes de pression et des vents); conditions maritimes (analyse des vents et des courants marins, analyse de paramètres physiques); surveillance des déversements d'hydrocarbures (repérage de zones océaniques pouvant être contaminées).

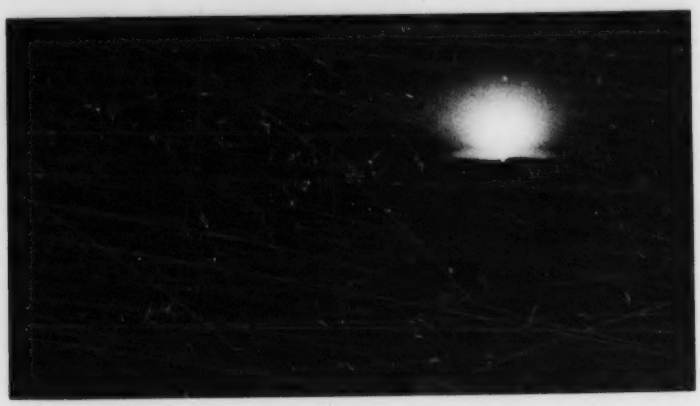
L'ASC a appuyé le développement de l'OMW. Le premier système expert OMW a été mis en service à la station de réception de données satellites de Gatineau en 1995.

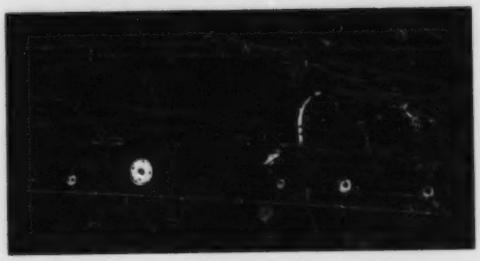
SURVEILLER LA SANTÉ DES RÉCOLTES

La déficience en nutriments a une incidence majeure sur la croissance des cultures ainsi que sur les maladies qui les affligent. Jusqu'à récemment, l'évaluation en temps réel des atteintes subies par les cultures était fondée sur la couleur du couvert végétal. Toutefois, la décoloration apparaît à une étape trop avancée pour servir d'indicateur utile de stress. De plus, les approches fondées sur la réflectance (la couleur) n'offrent pas la possibilité de distinguer entre elles, les nombreuses atteintes qui peuvent affecter une culture à une période donnée (éléments nutritifs, insectes, maladies...).

Le défi est donc de trouver une façon économique d'obtenir de l'information au début de la saison de croissance et faire la distinction entre les diverses causes de stress chez les végétaux. C'est ici que les technologies spatiales entrent en jeu.

On a exploré les capacités de la fluorescence induite par laser (FIL) pour discerner les divers stress au moyen d'un Lidar (pour *LIght Detection And Ranging*) fluorescent à longueurs d'onde multiples. Dès le

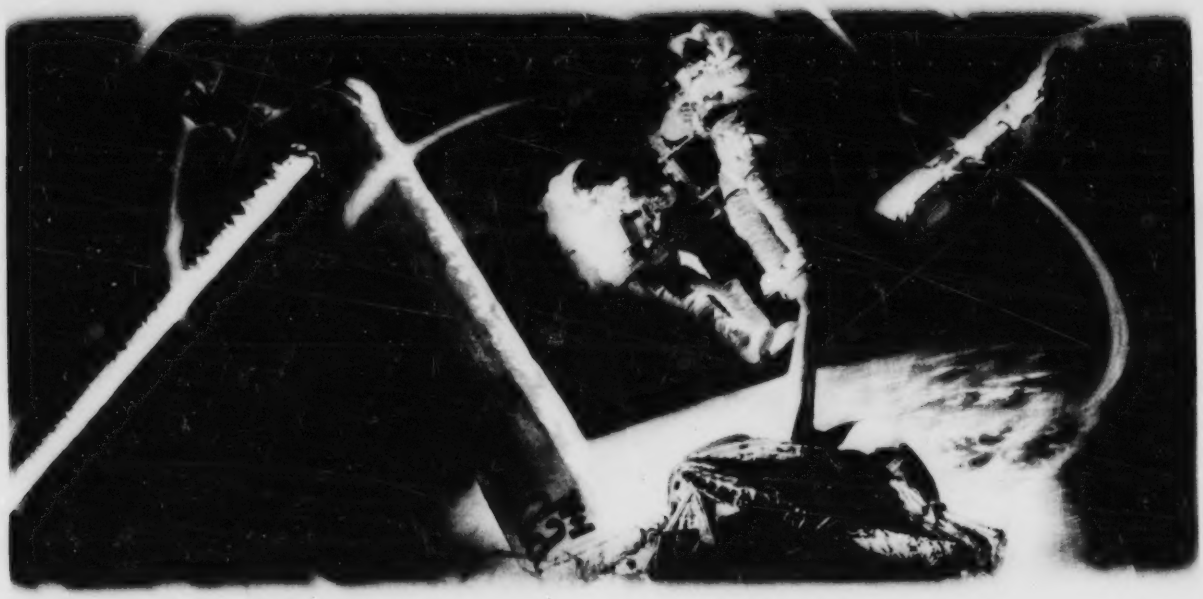




"sixième jour suivant la fertilisation de végétaux cultivés dans des conditions contrôlées, des manifestations distinctes de carences en azote et en soufre sont apparues dans le spectre de fluorescence des végétaux dont l'alimentation était déficiente, ce que les paramètres de réflectance du feuillage ne permettaient pas de relever. Les changements ont été décelés avant le ralentissement de la croissance des végétaux ou en même temps que cette dernière.

Cela pourrait donner lieu à l'émergence d'une nouvelle génération de capteurs d'analyse in situ pour appuyer les observations par satellites et de plus, démontre la possibilité de procéder à l'évaluation quantitative en temps réel, sur place et à distance, des affections que subissent les végétaux et les cultures.

Cette recherche a été menée en collaboration par le Centre de recherche et de développement en horticulture d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, *Norsk-Hydro Agricultural Research Centre* et *Laser Diagnostic Instruments Ltd.* de Tallinn, en Estonie. *Norsk-Hydro Agricultural Research Centre* est un intervenant d'envergure internationale dans l'industrie de l'agriculture. L'ASC a financé ce projet, a mis à profit ses connaissances et ses ressources de recherche et développment et a participé aux expériences ainsi qu'à la conception du système.



QUALITÉ DE VIE

LIAISON DANS L'ESPACE

Les principales contributions du Canada, tant au programme de la navette spatiale qu'à celui de l'ISS, (Station spatiale internationale) ont été des télémanipulateurs, le Canadarm et le Canadarm-2. Pour être en mesure de manipuler efficacement ces systèmes, les astronautes doivent voir ce qu'ils font, ce qui n'est pas aussi facile qu'il n'y paraît. Dans un environnement où il n'y a ni « haut » ni « bas », les références de distance sont parfois difficiles à trouver.

Le défi que devaient relever nos partenaires dans le développement de systèmes spatiaux consistait à donner aux astronautes une vue en trois dimensions de la charge utile qu'ils devaient manœuvrer dans une enveloppe de saisie très étroite. L'ASC a contribué au développement de cette technologie chez Neptec.

Le Système de vision spatiale (SVS) de Neptec traite les signaux provenant de caméras traditionnelles afin de déterminer avec précision la position et l'attitude d'objets, tels que des satellites ou des éléments de la Station spatiale internationale. La position et l'orientation tridimensionnelles mesurées des objets sont ensuite synthétisées en affichages graphiques et alphanumériques en temps réel. L'opérateur du bras robotique de la navette utilise alors ces données pour manœuvrer les objets et les aligner correctement.

On utilise des caméras passives pour obtenir des images de points cibles ou d'éléments naturels particuliers fortement contrastés sur un objet. On détermine ensuite par analyse photogrammétrique les six degrés de liberté de l'objet en question par rapport au cadre de référence de la caméra.

Le SVS a été utilisé à bord de la navette et il fera partie de l'équipement standard de la Station spatiale internationale. La confiance témoignée très tôt par l'ASC à l'égard de ce concept novateur a permis à Neptec de se développer et de devenir un entrepreneur principal de la NASA. L'entreprise a connu une croissance annuelle de plus de 35 % avec des recettes approchant les 20 millions de dollars par an.

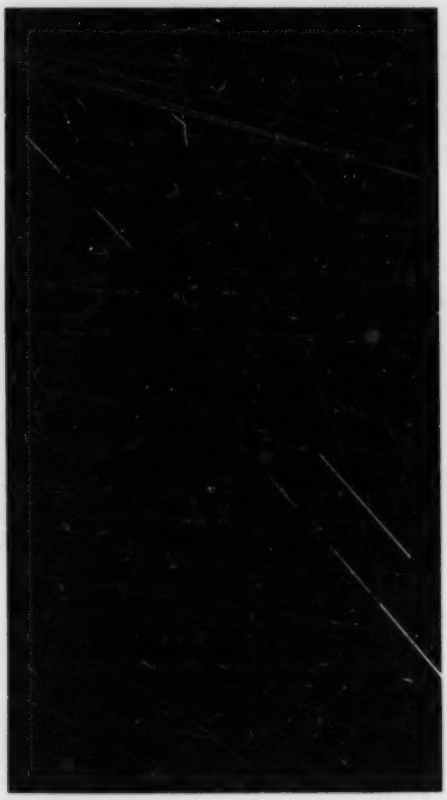
L'ACCÈS À INTERNET PAR SATELLITES DE COMMUNICATIONS

La convergence des services de télécommunications (téléphonie, télévision, données, Internet, etc.) à laquelle nous assistons impose certains changements à l'infrastructure mondiale des télécommunications. Cette dernière doit pouvoir atteindre virtuellement n'importe quel coin de la planète pour répondre aux besoins des résidents, mais aussi à ceux des grandes entreprises aux opérations complexes. Pour atteindre cet objectif, les technologies des réseaux de télécommunications actuels ; téléphonie cellulaire et par fils, câbles et fibres, devront être complétées par des réseaux satellites.

Des arguments technologiques solides expliquent la raison pour laquelle le satellite devrait jouer un rôle stratégique à l'avenir. Une fois un satellite déployé, les signaux axés sur la diffusion ; accès Internet, télévision, données, antémémoire IP, multimédia continu, etc. , peuvent immédiatement atteindre une vaste région géographique. D'autres technologies utilisent des infrastructures qui prendraient des années à construire et atteindraient les mêmes régions à un coût plusieurs fois supérieur. Les télécommunications par satellites ont prouvé leur fiabilité et particulièrement sur le marché des microstations terrestres (VSAT pour *Very Small Antenna/ Aperture Terminal*).

Le défi à relever est d'augmenter le rendement et de réduire le coût des éléments de transmission et de réception hyperfréquences pour les stations terrestres de satellites, surtout en bande Ka, et de développer la technologie afin d'assurer le transport efficace du contenu de bande large dans le réseau Internet afin de créer un marché de terminaux pour les utilisateurs finaux. Norsat International Inc. a conçu un tel système bout en bout.

L'ASC a fourni les fonds à Norsat dans le cadre du programme de l'Agence spatiale européenne ce qui a mené au développement de certaines technologies de base utilisées dans les produits terminaux et de transport de Norsat. On prévoit qu'une industrie canadienne des terminaux et stations centrales profitable, pourrait générer des retombées de milliards de dollars en recettes et des emplois équivalent à des dizaines de milliers d'années-personnes. Les réseaux satellites sont pressentis pour occuper de 15 à 30 % du marché de la bande large, dont la valeur devrait atteindre 200 milliards de dollars américains d'ici la fin de la décennie.



Norsat conçoit, fabrique et distribue des produits destinés à l'industrie des télécommunications sans fil par satellite. L'entreprise a obtenu les deux premières commandes commerciales au monde pour des unités SIT (pour *Satellite Interactive Terminal*) extérieures en bande Ka. Plus de 25 stations centrales sont maintenant installées dans le monde.

RELIER LA PLANÈTE À L'AIDE D'UN RÉSEAU À HAUTE VITESSE

Pour répondre à la demande explosive pour des applications réseau à haute vitesse, la communication à large bande via satellite sera de plus en plus courante.

EMS Technologies fabrique des unités SIT (pour *Satellite Interactive Terminal*), des stations centrales et des processeurs de signaux numériques pour l'espace (SpaceMux) nécessaires aux services à large bande via satellite. Les terminaux et stations centrales donnent accès à un fournisseur de services Internet grâce à un petit dispositif en étoile offert à coût modique. Le système Spacemux permet aux utilisateurs de communiquer entre eux à un débit binaire de 2 Mbit/sec sans devoir passer par une station centrale. Cette combinaison de connexion en étoile et polygonale donnera lieu à une nouvelle gamme d'applications Internet à haute vitesse, de téléphonie IP et de vidéo à l'aide de caméras Web.

Ce système utilise des terminaux DVB-RCS (pour *digital video broadcast-return channel via satellite*), un standard international en matière de réseau de satellite multimédia.

Le système DVB-RCS de EMS a été rendu possible grâce au Programme des télécommunications de pointe par satellite (Satcom) de l'ASC. L'ESA (pour *European Space Agency*), dans le cadre du Programme de partenariat Canada-ESA de l'ASC) a également contribué au développement de cette technologie. EMS a aussi obtenu un contrat de l'ASC pour la démonstration d'un système à connectivité en mailles numérique sur le satellite Anik F2 et participe activement au développement technologique de la prochaine génération du système DVB-RCS dans le cadre du Programme ARTES 3 de l'ESA.

EMS a été le fournisseur principal pour la première utilisation commerciale de la norme DVB-RCS sur le système de satellites SES/ASTRA. EMS fabrique des prototypes de stations centrales et de terminaux pour le satellite SES. En plus d'un contrat de 9,5 millions de dollars de l'ASC, EMS a obtenu de Télésat et de Hughes Space & Communications l'autorisation de procéder à la fabrication d'un processeur embarqué compatible DVB-RCS pour l'engin spatial, un contrat d'une valeur de 9 millions de dollars.

SAUVER LES HÉLICOPTÈRES

Imaginez ceci : vous êtes un pilote d'hélicoptère en mission de sauvetage et volez à basse altitude dans une région montagneuse. Les conditions météorologiques sont affreuses : grésil, vents, aucun éclairage pour vous guider. Et voilà que vous apercevez devant vous des lignes à haute tension! Vous savez que vous ne pouvez remonter aussi vite que vous le devriez.

Afin de réduire considérablement le nombre d'accidents d'hélicoptères, particulièrement durant les opérations dans de mauvaises conditions météorologiques, et d'accroître la souplesse des opérations, EMS Technologies a conçu une antenne à lentille diélectrique sphérique mince aéroportée de 35 GHz à coût modique et à haute performance conçue pour un radar d'évitement d'obstacles.

Ce système permet aux pilotes d'hélicoptère qui volent à basse altitude d'apercevoir des obstacles aussi petits que des lignes et des pylônes de transport d'électricité jusqu'à une distance de deux kilomètres dans les conditions météorologiques les plus difficiles, de jour ou de nuit, augmentant considérablement la sécurité, en particulier pour les hélicoptères utilisés en situations d'urgence médicale, recherches et sauvetages, maintien de l'ordre, lutte contre les incendies, etc.

Les mécanismes robustes de l'antenne à lentille diélectrique sphérique à zones minces permettent un balayage rapide de la fenêtre de vol tout en conservant une excellente stabilité du système. La distribution spatiale vers la lentille est beaucoup plus efficace que les réseaux de distribution des signaux nécessaires pour les antennes à balayage électronique. Cette lentille diélectrique peut aussi être fabriquée à un coût moindre. Le matériel diélectrique choisi pour la lentille permet l'élimination du radome, offrant ainsi un rendement R/F (radiofréquence) optimal et un coût minimum.

L'ASC a financé le développement de cette technologie, ce qui a mené à la fabrication d'un logiciel d'analyse et de synthèse de diélectrique sphérique à zones minces qui a servi à la conception de l'antenne OASys (pour *Obstacle Awareness System*) et a mené au perfectionnement des techniques de fabrication pour ce type d'antenne.

EMS a signé une lettre d'entente avec Amphitech International Inc. pour la conception, la fabrication et l'essai d'une antenne radar en bande Ka et d'une plate-forme gyrostabilisée pour un nouveau système OASys pour hélicoptère. EMS offre des produits et des solutions rentables pour les systèmes terrestres destinés aux engins spatiaux, les systèmes aéronautiques et les systèmes terrestres depuis plus de 30 ans. Faisant appel aux technologies et outils les plus récents, EMS continue d'offrir des produits de calibre international à ses clients à l'échelle mondiale.

PLUS QUE SIMPLEMENT SE BRANCHER

Face aux derniers développements technologiques, le besoin en matière de transmission efficace de données à haute fiabilité se fait plus pressant. Qu'il s'agisse de la télémédecine, de télé-enseignement ou d'opération de satellite, des communications infaillibles sont toujours essentielles. Une des façons d'y parvenir consiste à utiliser des infrastructures déjà en place et facilement accessibles comme l'Internet.

Xiphos Technologies Inc. (XTI), a réussi avec succès à combiner le développement de moteurs de commande emboîtés peu coûteux à des réseaux évolués comme Internet et des réseaux virtuels privés spatiaux en temps réel. Son logiciel XTCommunicator assure des communications en réseau de haute performance. L'objectif est de fournir un service de communications complet reposant sur les meilleures caractéristiques de réseau disponibles tout en garantissant l'utilisation efficace de réseaux complexes, notamment ceux qui comprennent des segments satellitaires et sans fil.

XTCommunicator (XTC) assure la transmission sécuritaire de données médicales par satellite depuis les régions du Nord du Canada, ce qui permet de dispenser des soins améliorés à beaucoup de gens, dont les diabétiques, et ce, à un coût inférieur.

XTC a été créé pour permettre aux scientifiques d'accéder aux expériences qui se déroulent à bord de la navette spatiale et pour simplifier la mise en place de téléopérateurs robotisés de pointe. Il s'agit d'une forme de réseau virtuel désigné VPN (pour *Virtual Private Network*) permettant de fournir des connexions exclusives faisant appel à des réseaux partagés ou publics. XTC vient compléter les applications logicielles existantes et les transforme en applications haut de gamme. Il permet d'ajouter des fonctions ; d'authentification, de cryptage, d'isolation contre les liaisons défaillantes, de partage de données, de passage par un coupe-feu et de gestion particulière pour les environnements de télécommunications par satellite à large bande. L'accès au VPN peut être contrôlé et surveillé par un serveur central.

Le développement et la commercialisation de XTC ont été appuyés par l'ASC. XTC a utilisé le réseau Internet pour les transmissions de données du secteur terrestre au cours de l'expérience de sciences spatiales H-Reflex dans le cadre des missions de la navette STS-102 et STS-105.

LA COMMUNICATION PAR FIBRE OPTIQUE

Grâce à ses propriétés intrinsèques ; faibles masse et encombrement, largeur de bande élevée et résistance aux perturbations électromagnétiques, la fibre optique sera de plus en plus utilisée dans les applications spatiales, notamment les systèmes de vision, la télécommande et la télédétection. Par exemple, des véhicules sous-marins télécommandés utilisent des joints rotatifs à fibres optiques pour assurer des liaisons continues de télémétrie et de commande à fibres optiques.

L'un des principaux défis que doivent relever ceux qui développent cette technologie porte sur l'intégration de fibres optiques à des joints mécaniques en leur donnant une liberté de mouvement dans différents environnements, sans affecter les fibres elles-mêmes. Un autre défi consiste à mettre en œuvre des modèles optomécaniques pratiques, suffisamment efficaces du point de vue optique pour permettre une manœuvre passive ou sans répétition.

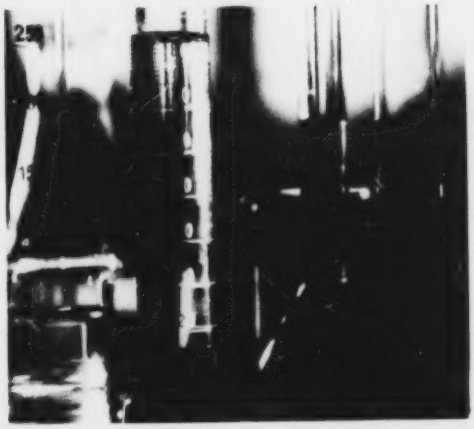
Pour certaines applications, un joint rotatif à fibres optiques FORJ (pour *Fibre Optic Rotary Joint*), dont la mise au point a été appuyée financièrement par l'ASC, pourrait s'avérer un élément indispensable. Les contraintes de l'environnement spatial : oxygène atomique, rayonnements, température et cyclage thermique, entres autres, doivent être prises en compte dans le choix des matériaux et des conceptions. Les versions à intérieur creux sont préférables à celles ayant recours aux configurations coaxiales où les axes mécaniques et optiques sont les mêmes. Dans le cas du Système d'entretien mobile (MSS pour *Mobile Servicing System*) de la Station spatiale, un joint rotatif modifiable pourrait être utilisé à mesure que les besoins des systèmes de vision et de détection évolueront vers la télémétrie par fibre optique au cours de ses trente ans de vie utile.

Focal Technologies a récemment lancé une gamme de multiplexeurs de signaux vidéo et de données qui permettent de combiner de multiples signaux électriques et signaux transmis par fibres optiques dans une fibre optique unique à haute vitesse. Ces joints sont conçus pour fonctionner dans toutes sortes de conditions extrêmes, par exemple en rotation continue à une vitesse de 60 tr/min, dans des conditions de vide sans dégazage et de faible génération de particules, de même que dans des conditions météorologiques défavorables.

La technologie FORJ trouve des applications dans les domaines, entres autres, de l'exploration pétrolière et gazière en mer, de l'océanographie et des véhicules télécommandés. Elle peut également satisfaire à de nombreuses exigences industrielles. Cette technologie peut en outre entrer dans la fabrication de dérouleurs-enrouleurs de câbles destinés aux robots démineurs et aux systèmes de manutention, ainsi que de grues, de tourelles, de turbines, de systèmes de machinerie industrielle télécommandée et de systèmes de surveillance.

ESSAIS MÉDICAUX À L'ÈRE DE LA ROBOTIQUE SPATIALE

La préparation des milieux de culture en microbiologie constitue une tâche lourde et fastidieuse exécutée, en grande partie, manuellement. Au niveau de la précision et de la fiabilité, l'ensemencement en stries des spécimens, qui varie toujours selon le personnel, laisse à désirer. De plus, les employés de laboratoire sont exposés aux risques biologiques en plus de représenter eux-mêmes une source possible de contamination des spécimens.



Dérivée d'une technologie supportée par l'ASC pour la robotique spatiale, Dynacon Systems Inc. a mis au point InocuLAB[MD] une unité automatisée qui prépare les milieux de culture dans les laboratoires de microbiologie, simplifiant, le processus et le rendant à la fois plus fiable et plus efficace. InocuLAB[MD] est le premier produit en son genre à répondre aux besoins des laboratoires de microbiologie. Il fait appel à la robotique et à la vision artificielle pour automatiser une procédure de préparation manuelle nécessitant de la dextérité. InocuLAB[MD] peut exécuter les fonctions suivantes : reconnaître les contenants d'échantillons au moyen de codes à barres, ouvrir ces contenants et les refermer ; sortir les plaques des milieux de culture, les ouvrir, les refermer, leur attribuer un code à barres et les empiler ; inoculer ou ensemencer en stries les milieux de culture à base de gélose selon une séquence préprogrammée, précisée par l'utilisateur.

InocuLAB[MD] peut traiter de manière rapide et économique de nombreux spécimens, avec un minimum d'interventions humaines, ce qui assure une plus grande précision et une meilleure fiabilité lors de la préparation des spécimens. De plus, les risques de contamination liés à la manipulation sont éliminés et le personnel de laboratoire est moins exposé aux risques biologiques. On obtient de plus, un meilleur contrôle de la qualité en raison de la possibilité de retracer toutes les étapes de la préparation des spécimens.

Il existe des modèles pouvant traiter des échantillons d'urine, des échantillons sur écouvillon ou les deux à la fois. Le modèle le plus lent peut effectuer le travail jusqu'à trois fois plus rapidement qu'un être humain.

SE RETROUVER DANS LES MINES CANADIENNES EN CAS D'INCENDIE

Dans l'environnement hostile de l'espace, les systèmes de vision artificielle et les caméras conventionnelles doivent être manipulés avec beaucoup de soin pour ne pas les pointer vers les rayons meurtriers du Soleil (ou rayons réfléchis). Ces systèmes exigent donc des commandes sophistiquées pour s'adapter aux diverses conditions d'éclairage. De plus, elles exigent que des cibles visuelles (motifs particuliers uniques) soient peintes ou appliquées sur les structures pour obtenir des mesures précises.

Pour remédier à ces inconvénients, l'ASC a financé le développement d'un système de vision par radar de Comlab Inc. qui se spécialise dans les systèmes RF (Radio fréquences), hyperfréquences et de télécommunications. Ces systèmes sont destinés à des applications industrielles et didactiques. Alors que les radars sont habituellement utilisés pour la détection à grande distance (de dix à des centaines de kilomètres), le défi consistait à construire un radar de courte portée (de quelques mètres à 25 mètres) qui respecterait une échelle décimale tout en offrant des images en temps réel.

Cette technologie est directement applicable aux équipes de sauvetage dans les mines canadiennes. Le feu est un des pires dangers qui menacent le travail minier car la fumée très épaisse et les nuages de poussière rendent la visibilité presque nulle. D'ailleurs, les caméras traditionnelles ou systèmes de vision au laser ne peuvent aider les équipes de sauvetage. Pour se rendre jusqu'aux mineurs, les sauveteurs doivent avancer lentement à bord du véhicule de sauvetage d'urgence tout en sortant un long bâton par les vitres latérales pour toucher aux parois, et ce, en courant le danger constant de passer sur le corps d'une personne inconsciente.

Des essais réalisés chez Noranda Mining ont fourni une première justification d'appliquer la technologie à l'exploitation minière et ont indiqué une nette supériorité du radar par rapport aux autres systèmes. Cette technologie pourrait avoir une grande incidence sur la sécurité des mineurs de fond.

L'élément clé de cette technologie réside dans l'antenne réseau à commande de phase qui ne comporte aucune pièce mobile. Celle-ci remplace l'antenne sur pivot mécanique, ce qui augmente considérablement la fiabilité et la vitesse de fonctionnement. La fréquence de fonctionnement du radar et la largeur d'impulsion ont été ajustées, permettant ainsi au système d'être exploité à une distance plus courte avec une meilleure précision de localisation. Des manœuvres à distances si courtes avec un radar pulsé à balayage angulaire n'avaient encore jamais été réalisées.

Cette technologie a permis à COMLAB Inc. d'augmenter sa part du marché des radars à vocation didactique avec une nouvelle gamme complète d'antennes réseaux à commande de phase. Par ailleurs, celle-ci lui a ouvert des débouchés commerciaux dans le domaine des systèmes RF de communication multipoint.

DÉFIER LA GLACE

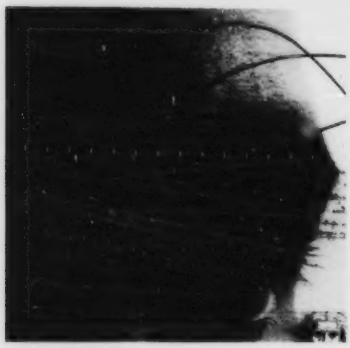
L'effet de l'accumulation de la glace sur diverses structures peut être dévastateur. En décembre 1997, le vol 646 d'Air Canada s'est écrasé durant la phase d'approche finale vers l'aéroport de Frédéricton, au Nouveau-Brunswick. Heureusement, cet écrasement n'a entraîné la mort d'aucun des 42 passagers et membres d'équipage à bord. Par contre, plusieurs d'entre eux ont été gravement blessés. De plus, l'hypothèse émise voudrait qu'un des facteurs déterminant de l'accident soit l'accumulation de glace sur les ailes de l'avion. Un mois plus tard, la pire tempête de verglas de l'histoire s'abattait sur le Québec, paralysant le réseau électrique et privant par le fait même la moitié de la population d' électricité. Des milliers de personnes ont été victimes de cette tempête.

Les experts en ont conclu que de tels événements pourraient être prévenus en détectant l'accumulation de glace sur les surfaces et en procédant rapidement au déglaçage. Il existe déjà des techniques de déglaçage efficaces, mais les appareils de détection de la glace étaient inexistants jusqu'à ce que Instrumar Limited de Terre-Neuve développe une série de systèmes de détection, comme le détecteur de glace IM101 et le système de capteurs C/FIMS installé sur des aéronefs et commercialisés par Honeywell. L'exploitation du système repose sur une approche novatrice de détection des substances sur une surface. Le détecteur génère un champ électromagnétique qui permet de déterminer la nature et la quantité de la substance détectée.

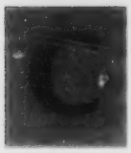
La principale application de cette technique est la détection de la glace sur les ailes des aéronefs.

Le composant fondamental du IM101 est une mince pointe en céramique munie d'électrodes noyées dans le matériau et qui servent à créer un champ électromagnétique. En fait, cet outil entièrement commercialisé ne nécessite pratiquement aucun entretien puisque le capteur ne comporte aucune pièce mobile. De plus, sa conception robuste constitue un avantage commercial important.

Par ailleurs, INSTRUMAR se consacre activement au développement d'autres applications de cette technologie. Une des applications qui s'avère prometteuse est un appareil de mesure d'écoulement non intrusif multiphase (air, eau et pétrole) pour l'industrie pétrolière. L'ASC a appuyé le développement de cette technologie.



QUAND LA VISITE CHEZ LE MÉDECIN N'EST PAS CHOSE SIMPLE



omment les astronautes pourront-ils consulter un médecin à mi-chemin vers la planète Mars ? Deux options s'imposent : revenir sur Terre pour leur rendez-vous environ un an plus tard ou faire appel à des technologies qui permettent d'obtenir une consultation médicale, un diagnostic ainsi qu'un traitement à distance. Ces services médicaux à distance portent le nom de « télémédecine ». Dépourvu d'accès à des technologies habilitantes du genre, la présence humaine ailleurs que dans les environs immédiats de la Terre serait inconcevable.

Ces technologies auront bientôt des applications bénéfiques sur Terre qui profiteront à tous les Canadiens. Puisque le Canada est le deuxième plus grand pays au monde; plusieurs petites localités sont isolées et peuvent difficilement avoir accès à un traitement médical spécialisé.

Pour répondre à certains de ces défis, l'ASC s'est jointe à une équipe dirigée par MacDonald Dettwiler and Associates Ltd. (MDA) afin de développer le système I-SITE (pour *Intelligent Screening of Imagery for Teleophthalmology*). Il s'agit d'un système intelligent de télémédecine utilisé pour le dépistage et le diagnostic de la rétinopathie diabétique, la principale cause de cécité en Amérique du Nord. Le système I-SITE fait appel aux technologies spatiales de gestion des données d'images et de communication pour rehausser et rendre plus accessibles les soins de santé aux Canadiens habitant dans les collecti-vités autochtones isolées du Nord. Dans cette région, les cas de rétinopathie diabétique sont de 3 à 5 fois plus nombreux qu'au sein de tout autre segment de la population canadienne.

MDA a mis au point le prototype du système, y compris le logiciel de traitement d'images. Le département d'ophtalmologie de l'Université de l'Alberta s'est chargé d'établir les spécifications de conception fonctionnelle du système et d'effectuer les travaux de recherche clinique et d'évaluation sur place. I-SITE a été cofinancé par PRECARN et les membres de l'équipe de projet. Une multitude de nouvelles applications découleront du traitement de l'imagerie satellitaire d'observation de la Terre, notamment pour le traitement d'images de l'œil humain captées par des caméras numériques à haute résolution de nouvelle génération. L'ASC a fourni, entres autres, les services de télécommunications par satellite qui ont permis de transmettre aux spécialistes en poste à Edmonton des images de très haute résolution de la rétine des patients. Par ailleurs, les images de ces habitants ont pu être évaluées sur place.

MILIEU HOSTILE

De tous les milieux auxquels l'homme est confronté, l'espace est probablement le moins hospitalier. Les Agences spatiales canadienne et européenne ont élaboré de multiples technologies destinées à la protection des astronautes et du matériel, et à leur fonctionnement en milieu spatial hostile. Parmi ces technologies, on compte les robots et les capteurs intelligents, les matériaux de pointe, la télédétection par satellites, les télécommunications de pointe et les systèmes d'alimentation et de commande. Elles présentent donc toutes un potentiel élevé d'adaptation aux milieux terrestres hostiles.

Toutefois, l'adaptation de technologies spatiales à des milieux terrestres hostiles particuliers exige une connaissance approfondie du domaine d'application, de son rendement, de ses normes de sécurité ainsi que des exigences de l'utilisateur. Elle nécessite en outre un financement qui ne peut être obtenu que par l'entremise des utilisateurs s'ils sont persuadés que les avantages prévus se matérialiseront. Le défi consistait donc à mettre en place des technologies rentables, qui favorisent la sécurité tout en réduisant les impacts nuisibles à l'environnement.

Le Programme d'initiative en milieux hostiles (HEI pour *Harsh Environment Initiative*) a été créé par C-CORE, une entreprise de recherche et développment appliquée axée sur les industries du secteur primaire, pour favoriser le développement de techniques spatiales à valeur ajoutée. Ces techniques profiteront aux industries opérant dans des milieux hostiles au sol. C'est le cas notamment des opérations pétrolières, gazières et minières au Canada, en Europe et à l'étranger. L'approche HEI, qui a été rendue possible grâce au Programme de partenariat Canada-ESA, commence par l'établissement des défis techniques et commerciaux que doit relever l'industrie des ressources. Ces défis se concrétiseront au moyen de consultations intensives avec les intervenants industriels clés. Ensuite, le programme cherche de multiples solutions basées sur des techniques aérospatiales novatrices qui peuvent être intégrées ou adaptées et répondre à un besoin. Ce programme pourrait offrir une partie de solution a un service ou a un produit commercial.

HEI a créé un réseau international constitué de 25 équipes techniques membres et de 70 partenaires, au Canada et en Europe. Les travaux de recherche entrepris se sont matérialisés sous forme de divers avantages pour l'industrie primaire (accroissement de la production à des coûts moins élevés avec atténuation des risques), pour les PME réceptrices (nouvelle expertise, créneaux, collaborateur) et pour les organismes de parrainage de technologies et de développement spatiaux (accroissement des revenus de placement).

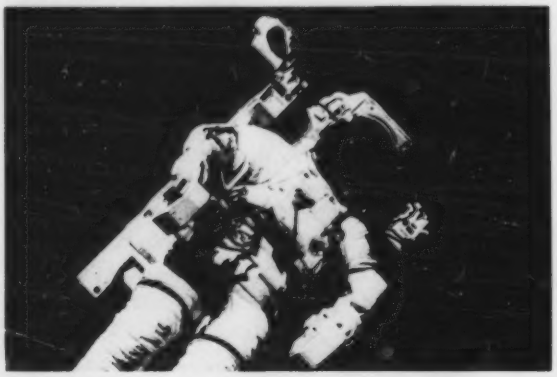
DOSIMÈTRES POUR ASTRONAUTES

Les astronautes et les composants électroniques cruciaux sont depuis longtemps exposés aux effets nuisibles des rayonnements intenses de l'espace. Jusqu'à présent, l'industrie était mal équipée pour contrer ce danger de manière efficace car les technologies traditionnelles de surveillance des niveaux de rayonnement sont encombrantes et peu fiables. En effet, leur fiabilité est douteuse quand il s'agit de fournir de l'information cruciale sur les tendances d'intensification des rayonnements dangereux. C'est pour combler ce besoin que Thomson & Nielsen Electronics Inc. (TN) a conçu un dosimètre embarqué pour astronaute.

Les capteurs TN, qui sont des détecteurs de rayonnement à semi-conducteurs, sont peu onéreux et peu encombrants, légers, précis, et peuvent être intégrés aux systèmes d'information électroniques. Leur principal avantage est issu du fait que l'utilisateur obtient une lecture immédiate et directe des niveaux de rayonnement. Ils ont été testés avec succès à bord de la station spatiale russe MIR, et un modèle plus perfectionné doit être testé par un astronaute canadien dans une navette spatiale de la NASA. Cette technologie pourrait être utilisée ultérieurement sur Terre, en particulier dans les domaines de l'élimination des déchets nucléaires et du contrôle à courte distance des zones de catastrophes nucléaires.

La proposition de Thomson & Nielsen de procéder à une expérience pour mesurer, à bord de la Station spatiale internationale, les doses de rayonnement auxquelles les astronautes sont exposés lors d'activités extravéhiculaires a été acceptée après un examen par un groupe d'experts scientifiques internationaux. Cet essai procurera à TN une expérience de spatioqualification précieuse, ainsi qu'une visibilité à l'échelle internationale.

Thomson & Nielsen s'est bâti une solide réputation internationale dans le domaine des technologies de détection des rayonnements. Ses clients corporatifs et gouvernementaux au Canada, aux États-Unis et en Europe comptent sur elle pour une vaste gamme de produits et de services. L'ASC a fourni le financement, l'expertise technique et le réseautage à travers l'industrie spatiale internationale.



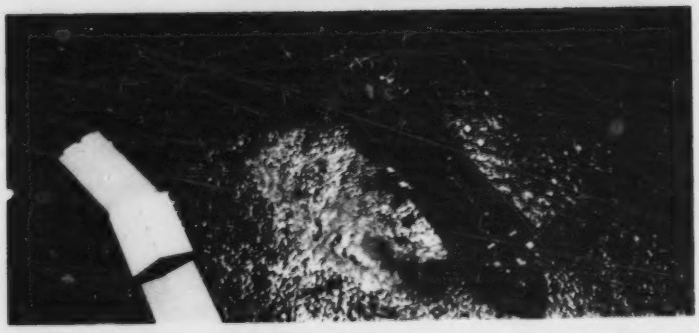
Ces projets ont permis à TN de conserver son personnel ingénieur clé. On prévoit de nouvelles recettes et l'embauche de plus d'employés quand les alliances commerciales amèneront des commandes pour les moniteurs de rayonnements spatiaux. TN a bénéficié de ses alliances avec d'autres organismes, dont le CRDO (Centre de recherches pour la défenses Ottawa), l'ESA (European Space Agency), la NASA et l'Institut de recherche sur les problèmes biomédicaux de Russie. TN s'est de plus engagée dans des alliances avec les constructeurs de satellites commerciaux.

Ian Thomson, président, Thomson & Nielsen Electronics Ltd., *« La contribution de l'ASC s'est concrétisée par le biais du financement, de l'expertise technique (notamment la spatioqualification) et du réseautage au cœur de l'industrie spatiale internationale. Nous devrions connaître un accroissement des recettes et des emplois une fois que seront bien établies les alliances commerciales touchant les détecteurs de rayonnements spatiaux.»*

DÉTECTEURS NON REFROIDIS

Il est parfois surprenant de voir certains petits éléments technologiques, destinés aux satellites et à d'autres équipements spatiaux, entrer dans notre vie de tous les jours. Effectivement, à l'exception d'une poignée de techniciens et d'ingénieurs; la majorité d'entre nous ne les remarquons même pas. Pour illustrer ceci, prenons par exemple le cas des détecteurs infrarouges non refroidis.

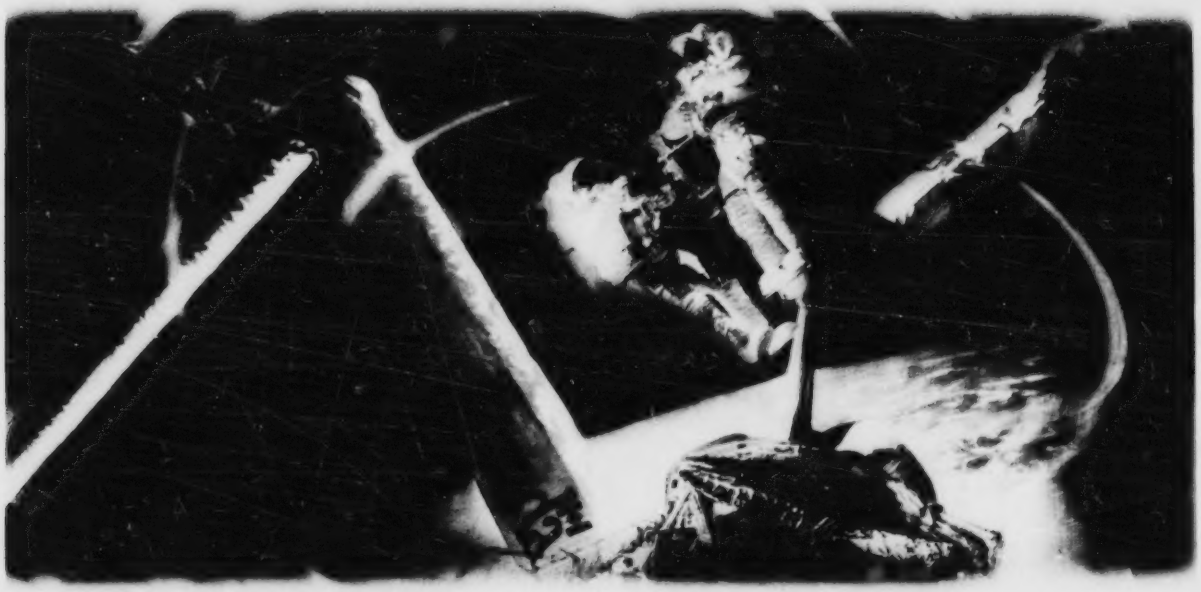
Au départ, ils ont été utilisés à bord de systèmes spatiaux de détection, d'observation de la Terre, de surveillance spatiale, de matériel de commande de vol (de petits satellites). Cependant, ils offrent aujourd'hui diverses possibilités d'applications commerciales, notamment dans les transports, la sécurité et le maintien de l'ordre, la machinerie et l'automatisme industriels, la détection de déchets et de pollution et l'imagerie médicale. Même le secteur de la défense y trouve son compte : équipements de vision nocturne, systèmes de détection de mines, capteurs autodirecteurs de missiles, munitions à guidage de précision, alarmes anti-effraction et systèmes de reconnaissance et de contrôle d'incendie.



Par rapport aux détecteurs refroidis, qui nécessitent des sous-systèmes onéreux et très performants, les détecteurs non refroidis peuvent fonctionner à la température ambiante et offrent donc des avantages considérables en matière de coûts et de facilité d'exploitation. Les détecteurs infrarouges peu coûteux, fonctionnant à température ambiante, affichent une performance semblable à celle des détecteurs refroidis, mais présentent d'énormes avantages en matière de coûts et de facilité d'exploitation.

L'ASC a fourni l'appui nécessaire au développement de cette technologie habilitante par l'Institut national d'optique (INO). L'INO s'occupe de la commercialisation de produits de recherche et développement, en étroite collaboration avec le secteur privé. Ses domaines de compétences comptent les systèmes et composants optiques, la photonique et l'optique guidée, la technologie des systèmes laser et le traitement de l'information. Des réseaux de détecteurs bolométriques spécialisés sont en cours de développement en vue de futures missions spatiales, et sont essentiellement destinés à l'imagerie thermique de la Terre via satellite.

Les ventes et les marchés associés à la technologie des détecteurs infrarouges non refroidis devraient générer des recettes d'un million de dollars au cours de l'exercice financier 2001-2002. De plus, des contrats ont été obtenus de l'Agence spatiale européenne, de Matra Marconi, d'Officine Galileo et d'autres intervenants de l'industrie aérospatiale mondiale.



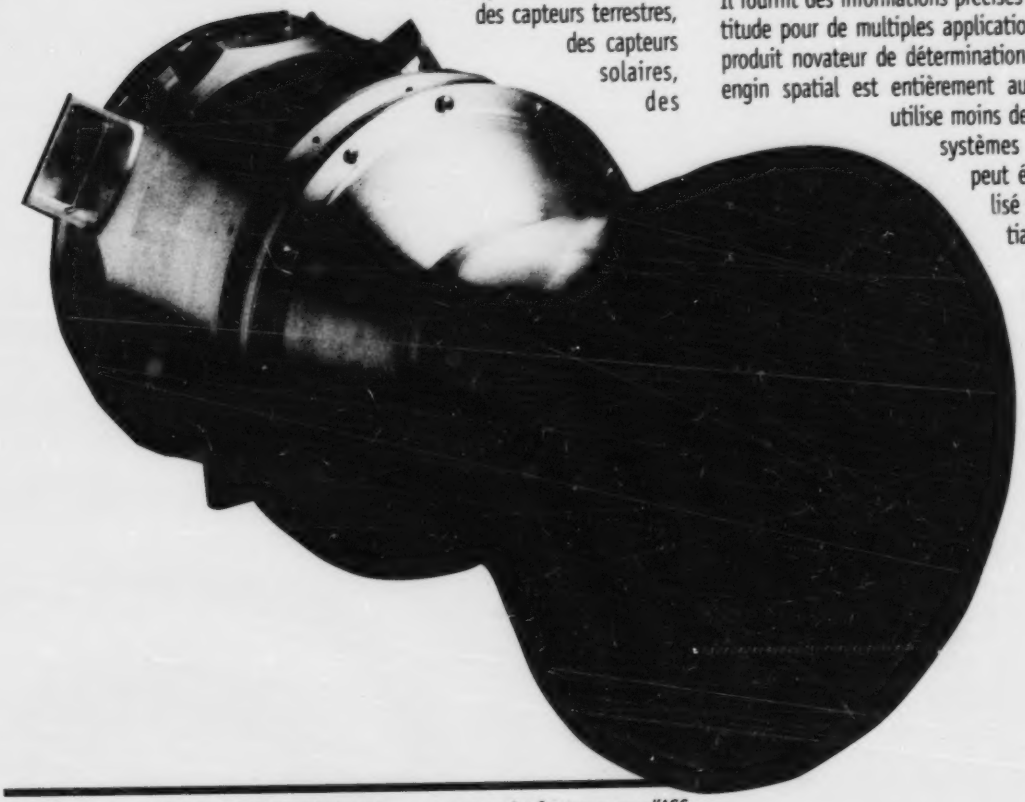
DÉVELOPPEMENT ET DIFFUSION DE LA TECHNOLOGIE

SE DIRIGER D'APRÈS LA LUMIÈRE DES ÉTOILES

Le sextant a été, pendant des siècles, un instrument de navigation indispensable aux navigateurs du monde entier. Ce dernier leur permettait de calculer la latitude d'après la position des étoiles. Les satellites peuvent aussi avoir recours aux étoiles pour se guider, mais jusqu'à présent, les engins spatiaux ont besoin d'un grand nombre de capteurs pour ce faire incluant des capteurs terrestres, des capteurs solaires, des capteurs stellaires et des gyroscopes. Par contre, grâce au CALTRAC™, un seul appareil peut remplacer plusieurs de ces capteurs.

Le suiveur stellaire CALTRAC™ de EMS Technologies, est un sextant informatisé combinant la détermination précise de l'attitude d'un suiveur stellaire traditionnel avec la réponse rapide normalement associée aux gyrolasers et aux capteurs à balayage terrestres et solaires. Il fournit des informations précises et rapides sur l'attitude pour de multiples applications satellitaires. Ce produit novateur de détermination de l'attitude d'un engin spatial est entièrement autonome, léger, et utilise moins de puissance que les systèmes traditionnels. Il peut également être utilisé pour un engin spatial en rotation.

L'ASC a financé ce projet tout en mettant à profit son expertise et ses ressources; menant à la création et au développement de CALTRAC™ .



Gerald S. Bush, président, EMS Technologies Inc., *« Le partenariat fructueux avec l'ASC en matière de développement technologique a été un des éléments clés de la position de chef de file qu'occupe EMS Technologies sur le marché spatial mondial »*

TÉLÉOPÉRATION DES ROBOTS

L'entretien de la Station spatiale internationale exigera de fréquentes inspections, réparations et activités de construction dans l'espace. Afin de limiter les sorties dans l'espace, qui constituent la tâche la plus risquée du travail d'astronaute, des robots spécialisés comme le Canadarm-2 et le SPDM (pour *Special Purpose Dexterous Manipulator*) seront employés. Le contrôle de ces robots exige toutefois une supervision humaine constante. Par contre, le contrôle du Canadarm-2 et du SPDM à partir de la Terre permettrait aux astronautes de consacrer leur précieux temps à des expériences scientifiques importantes. L'objectif est donc d'accomplir les fonctions de commande à partir du sol, la téléopération, tout en assurant ou en améliorant la sécurité de l'équipage.

Pour concrétiser ce projet, l'ASC s'est jointe à une équipe de collaborateurs dirigée par MacDonald Dettwiler Robotics (MDR) pour développer le Système de commande au sol de télé-exploitation interactive et intelligente (IIRO pour *Interactive Intelligent Remote Operations*). Le IIRO permet aux êtres humains de faire fonctionner à distance divers systèmes de robotique à l'aide de liens Internet ou satellitaires.

Les composantes techniques clé du système IIRO comprennent plusieurs éléments dont la modélisation du site de travail, l'intégration de données de détection tridimensionnelles, l'environnement de planification des tâches à réalité amplifiée, la production de scripts de mouvements complexes, la répétition et la mise en forme à autonomie locale ainsi que la lecture et l'analyse des séquences d'exploitation réelles.

La démonstration du système IIRO a été effectuée en l'intégrant à une excavatrice télécommandée à la mine Syncrude (Alberta); à partir du centre John H. Chapman de Saint-Hubert. Il constitue à présent un important système de discrimination conçu pour le marché en expansion de la machinerie terrestre télécommandée.

FABRICATION D'ANTENNES LÉGÈRES

Concevoir une antenne de satellite légère et de grande dimension pour répondre à la demande grandissante pour des antennes légères, à puissance supérieure, rapides et techniquement fiables est le défi que EMS Technologies, avec l'appui de l'ASC, a accepté de relever.

Dans le cadre du programme MMTDP (pour *Mobile Mechanical Technology Development Program*), EMS Technologies a mis au point de nouveaux procédés de fabrication permettant de réduire les risques de production et le temps de fabrication. Ces innovations ont permis de diminuer le nombre d'éléments de structure nécessaires à la fabrication des grands panneaux, permettant ainsi de réduire le poids et les coûts de fabrication. Cette nouvelle méthode réduit aussi le temps de post-traitement des composants usinés, pour un délai d'exécution plus rapide et un coût amélioré des composants fabriqués.

Sa technologie de fabrication innovatrice a été l'une des principales raisons pour lesquelles ASTRIUM a octroyé à EMS un contrat de 25 millions de dollars pour les antennes d'INMARSAT 4, un système de satellites qui offre des outils de communication portables à l'échelle mondiale. Elle a aussi joué un rôle important dans l'obtention du contrat pour le satellite de télécommunications du service mobile AceS-2. Ces nouveaux procédés sont indispensables à la mise en place et à l'exécution de sa contribution au programme RADARSAT-2.

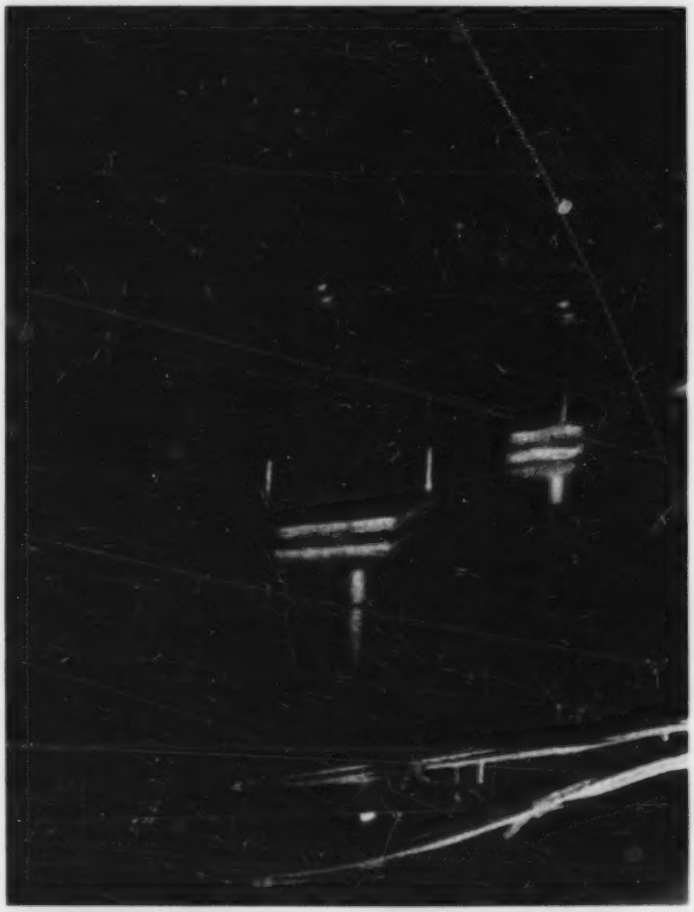
COMMUTATEURS POUR SATELLITES

Pour combattre les défaillances inévitables de leurs composants, les satellites embarqués nécessitent des systèmes auxiliaires. Des commutateurs permettent de remplacer les éléments défaillants par des composants en bon état de marche.

COM DEV Space de Cambridge en Ontario offre la plus vaste gamme de commutateurs coaxiaux et de commutateurs de guide d'ondes spatioqualifiées, fonctionnant à des fréquences variant des UHF aux bandes Ka. Ces commutateurs sont légers, ont une faible perte, et sont très utiles pour assurer des fonctions auxiliaires ou de répartition. Placés dans un boîtier compact de 130 grammes, les commutateurs à guide d'ondes, sont conçus pour des puissances supérieures à 200 watts. Aujourd'hui, le commutateur coaxial polyvalent de type T est utilisé couramment sur les satellites de télécommunications et pèse à peine 110 grammes.

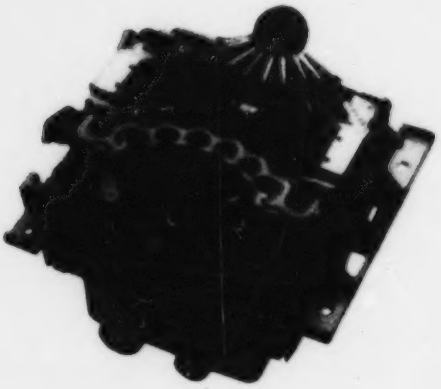
COM DEV a obtenu un contrat de plus de 25 millions de dollars pour la fabrication de commutateurs et de multiplexeurs pour deux des plus gros satellites de télécommunications du monde; fabriqués par Astrium N.V. pour INTELSAT. Les deux satellites disposeront de plus de 200 canaux multiplexeurs et plus de 950 commutateurs COM DEV. Cette dernière a aussi fourni de l'équipement spatial pour chacun de ses 21 satellites INTELSAT précédents. L'ASC a appuyé le développement de cette technologie.

COM DEV est un chef de file de l'industrie des commutateurs; elle détient à elle seule 60 à 70 pour cent du marché mondial ainsi que plusieurs brevets pour des commutateurs coaxiaux et pour ceux à guide d'ondes. De plus, COM DEV bénéficie d'une réputation sans pareil puisqu'elle a livré plus de 15 000 commutateurs sur orbite sans défaillances.



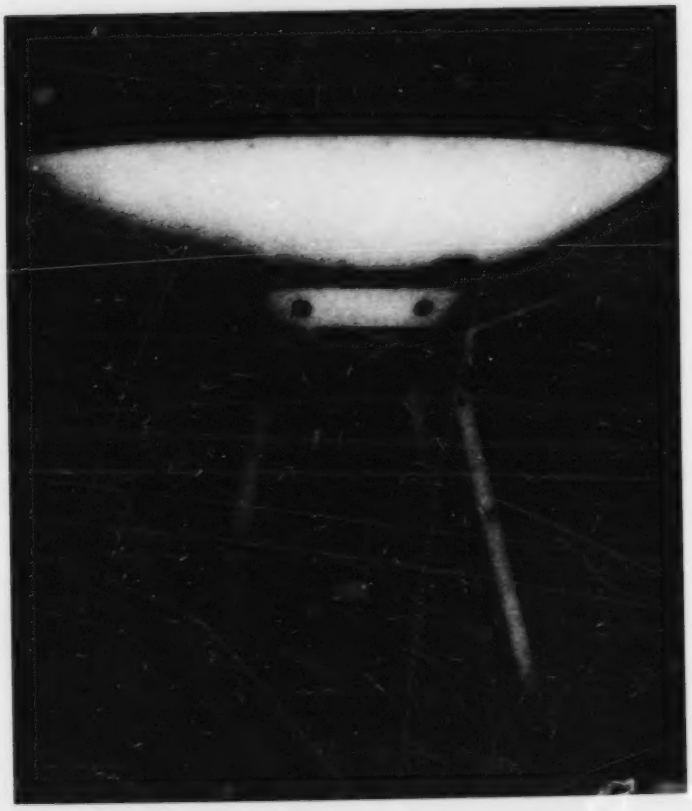
Richard Kolacs, COM DEV International Ltd., *« Le financement versé par le Programme de développement des technologies stratégiques est essentiel à la mise au point, par l'industrie canadienne, des technologies dont elle a besoin pour rester compétitive sur les marchés mondiaux, en particulier dans les pays qui fournissent un soutien important à leur industrie spatiale. »*

ANTENNE MOBILE



Pour satisfaire les demandes exigeantes des consommateurs en termes de rendement , une alimentation diplexée Tx/Rx combinée a été conçue. La performance de celle-ci dépend du développement d'éléments rayonnants et de diplexeurs à haute puissance libres d'intermodulation passive.

Le nouveau système à alimentation en diplex remplace l'ancien système à alimentation fractionnée utilisé en conjonction avec les antennes en bande L.



Les éléments rayonnants à bande étroite ne sont plus employés au profit des éléments rayonnants à large bande, les diplexeurs ont remplacé le filtre passe-bande et l'alimentation fractionnée d'émission et de réception a été remplacée par une alimentation unique. L'avantage qui en découle pour l'engin spatial est l'utilisation d'une seule forme d'alimentation au lieu de deux, ce qui exige un seul réflecteur. De plus, ces changements permettent d'obtenir une meilleure performance tout en offrant à l'entrepreneur principal du satellite des économies de temps, d'argent et de masse. Finalement, il offre aussi la possibilité et la flexibilité d'augmenter la charge utile de l'engin spatial.

L'ASC a appuyé le développement du système mécanique mobile dans le cadre du Programme de développement des technologies spatiales et le développement du système d'antenne satellite dans les deux sens à haut rendement énergétique pour les utilisateurs mobiles par le biais du Programme de satellite mobile international de communications.

Un contrat de 25 millions de dollars américains a été octroyé à EMS par ASTRIUM pour trois systèmes d'alimentation d'antenne d'émission-réception pour le programme du réseau mondial à large bande INMARSAT, avec une possibilité de deux systèmes d'alimentation additionnels. Les alimentations multi-éléments pour antenne hécoïdale bande L sont considérées comme l'un des systèmes les plus ambitieux du programme du réseau mondial à large bande INMARSAT. EMS a déposé une soumission avec ASTRIUM pour d'autres programmes de satellites mobiles comme Anik-F3.

LIAISONS INTERSATELLITES

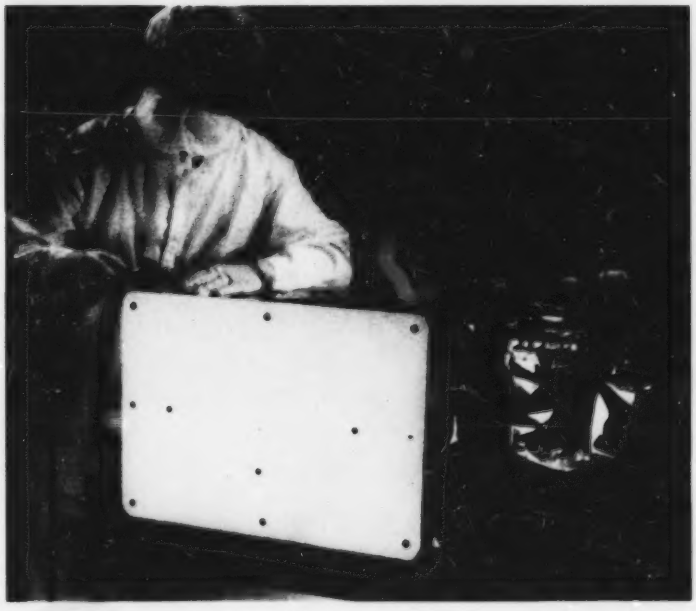
Les télécommunications intersatellites à débit de données élevé seront nécessaires pour des applications comme les liaisons à courte distance entre des groupes de satellites, dans un créneau orbital ou dans des créneaux adjacents. Elles seront aussi employées pour les liaisons de portée moyenne constituant un réseau à l'intérieur de constellations de satellites sur orbite basse ou sur orbite moyenne ainsi que pour les liaisons longue portée entre des satellites sur orbite géostationnaire. Ceci nécessite des liaisons intersatellites optiques ou des satellites de liaison de télécommunications descendantes qui offrent une capacité de transfert de données numériques à 10 Gbit/s et des portées atteignant 10 000 km.

COM DEV et Ball Aerospace ont mis sur pied une coentreprise : Laser Communications International, pour développer une gamme de terminaux de liaison optique intersatellites pour des applications commerciales dans le domaine spatial. L'ASC a appuyé les premiers stades du développement.

Les liaisons optiques intersatellites offrent un débit binaire plus élevé que les liaisons hyperfréquences, aucune approbation de spectre n'est nécessaire et les risques de brouillage sont minimes. Le terminal de liaison optique intersatellites est formé d'une tête optique qui contient le dispositif optique, les sous-systèmes de pointage, d'acquisition et de suivi ainsi que les circuits de commande et d'émetteur-récepteur. Un élément clé du développement du terminal de liaisons optiques intersatellites a été d'utiliser l'étalon de longueur d'onde BELCOR afin de profiter des progrès technologiques rapides et des économies d'échelle engendrées par l'industrie de la fibre optique terrestre. Les essais sur le rayonnement et la spatioqualification de tous les composants du terminal de liaisons optiques intersatellites ont été réussis.

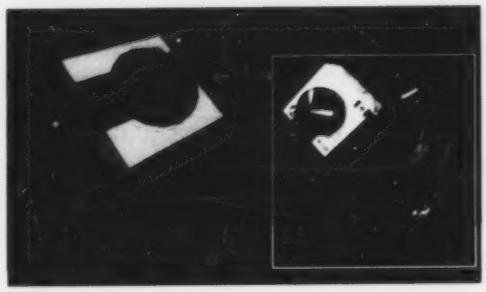
Un prototype de terminal de liaisons optiques intersatellites a été fabriqué et l'essai des dispositifs d'acquisition, de suivi et de communication à quatre canaux complètement diplexés fonctionnant à des fréquences s'élevant jusqu'à 2,48 Gbit/s, dans des conditions de vibration simulées, a eu des résultats satisfaisants.

COM DEV est un chef de file mondial de la conception, la fabrication et la distribution d'infrastructures sans fil. De plus, c'est le plus grand concepteur et fabricant canadien de matériel pour satellites.



RECONNAISSANCE D'OBJET ET ESTIMATION DE POSE

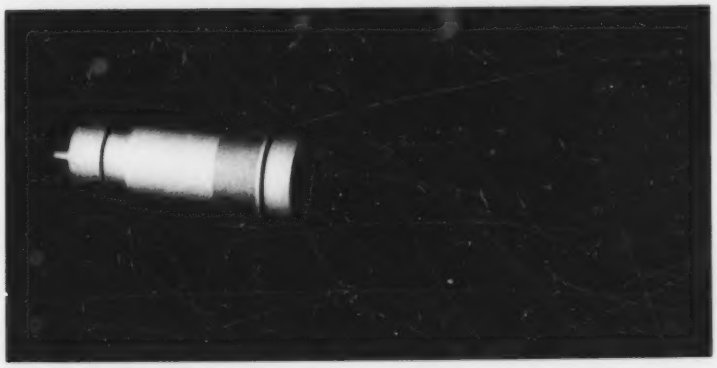
Pour effectuer des tâches d'assemblage, d'inspection et de maintenance, les robots spatiaux similaires à ceux qu'on pourrait utiliser pour remettre en état des satellites défectueux, doivent être équipés d'un système visuel en temps réel. Ce système doit pouvoir acquérir et traiter avec précision des données cibles tridimensionnelles dans des conditions d'éclairage extrêmement difficiles.

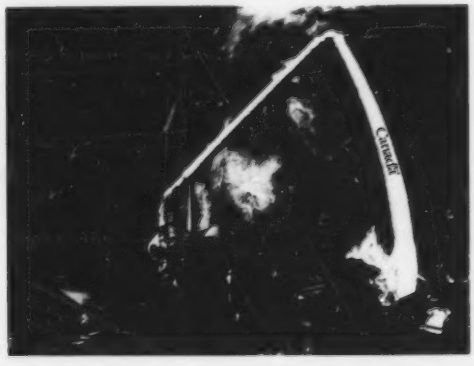


Dans le vide spatial, la partie d'un objet éclairée par le Soleil est extrêmement brillante, alors que la partie ombragée est très sombre. De plus, le contraste n'est pas adouci par la lumière diffusée dans l'atmosphère, ce qui provoque une mauvaise perception de la distance et de la profondeur. La Boîte à outils logiciels de reconnaissance d'objets et d'estimation de pose (ORPE, pour *Object Recognition and Pose Estimation*), développée par MacDonald Dettwiler Robotics (MDR) en collaboration avec l'ASC, permet l'identification d'un objet, de sa position et de son orientation, basées sur des particularités naturelles tridimensionnelles et des modèles géométriques.

La Boîte à outils de reconnaissance d'objets et d'estimation de pose traite des images issues de caméra stéréoscopiques pour calculer des données tridimensionnelles. Elle comprend également des systèmes de vision stéréo, fonctionne à faible puissance, s'adapte bien à l'environnement spatial et ne comporte aucune pièce mobile. La pose (position et orientation) est estimée sur un PC, en temps quasi réel à partir d'images à résolution intégrale. La Boîte à outils logiciels de reconnaissance d'objets et d'estimation de pose peut aussi intégrer des données à partir de systèmes d'imagerie tridimensionnelle comme les télémètres.

Le logiciel ORPE est idéal pour les travaux de télérobotique comme l'entretien de satellites, et sera utilisé dans le cadre d'opérations d'amarrage à des satellites.





ANTENNES ORIENTABLES

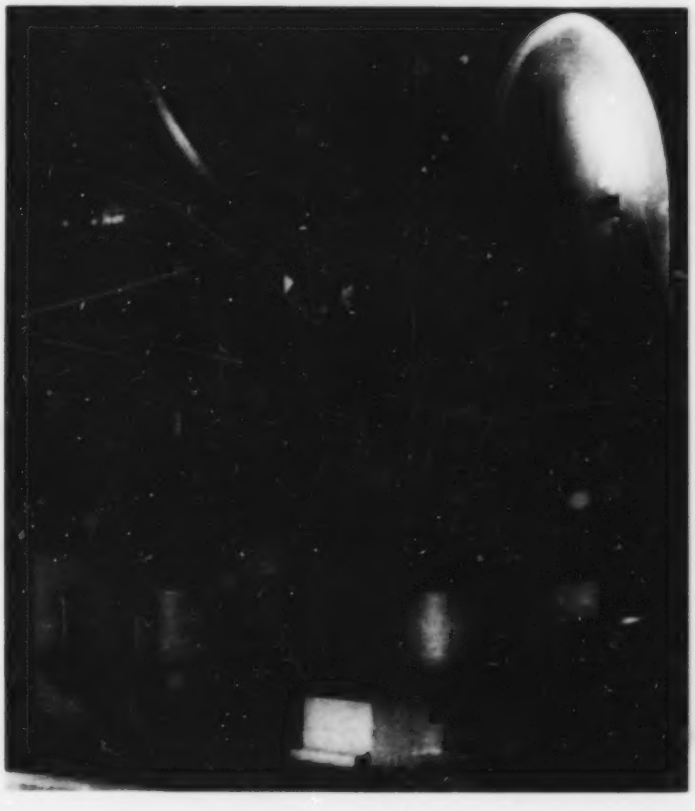
Les antennes à liaisons intersatellites IRIDIUM[MD] relient 66 satellites à orbite basse pour former un réseau de télécommunications. Leur fonction principale est de faire passer les signaux d'un satellite à l'autre, comme dans le cas d'un système de téléphone cellulaire terrestre.

COM DEV a élaboré une nouvelle version de l'antenne intersatellite IRIDIUM[MD] qui offre une orientation du faisceau deux axes à faible enveloppe de mouvement et à coût modique. Grâce à sa conception inhabituelle qui ne nécessite qu'un seul joint tournant, cette antenne présente une faible perte ohmique de l'alimentation et un gain élevé pour sa dimension. Son degré d'ouverture conviendra aux applications multimédias à large bande et aux liaisons descendantes de données. Des modèles spatioqualifiés de plus grande dimension sont aussi disponibles depuis le début de 2001.

En ce qui concerne le système à satellites IRIDIUM[MD], COM DEV a envoyé plus de 1000 systèmes d'antenne en bande Ka dans l'espace, ce qui représente un exploit inégalé dans l'industrie du satellite. Elle a fabriqué plus d'antennes spatioqualifiées et de sous-systèmes commerciaux que toute autre société.

L'ASC a permis à COM DEV de développer et de fabriquer des prototypes d'actuateurs à engrenage et à entraînement direct requis pour ses nouvelles antennes. L'appui de l'ASC s'est poursuivi dans le cadre du programme ARTES-3 de l'ESA, et COM DEV fabrique maintenant un modèle d'identification pour un système deux axes suspendu à la cardan spatioqualifié en 2001.

COM DEV est très compétente dans la conception d'antennes, principalement les antennes à fréquences plus élevées, exploitées dans les bandes C à V. Les compétences clé de COM DEV touchent plusieurs domaines dont les antennes à orientation mécanique moins encombrantes exploitées dans les bandes Ka, les liaisons intersatellites, les antennes RF et optiques ainsi que les antennes de poursuite de télécommande et de télémesure.

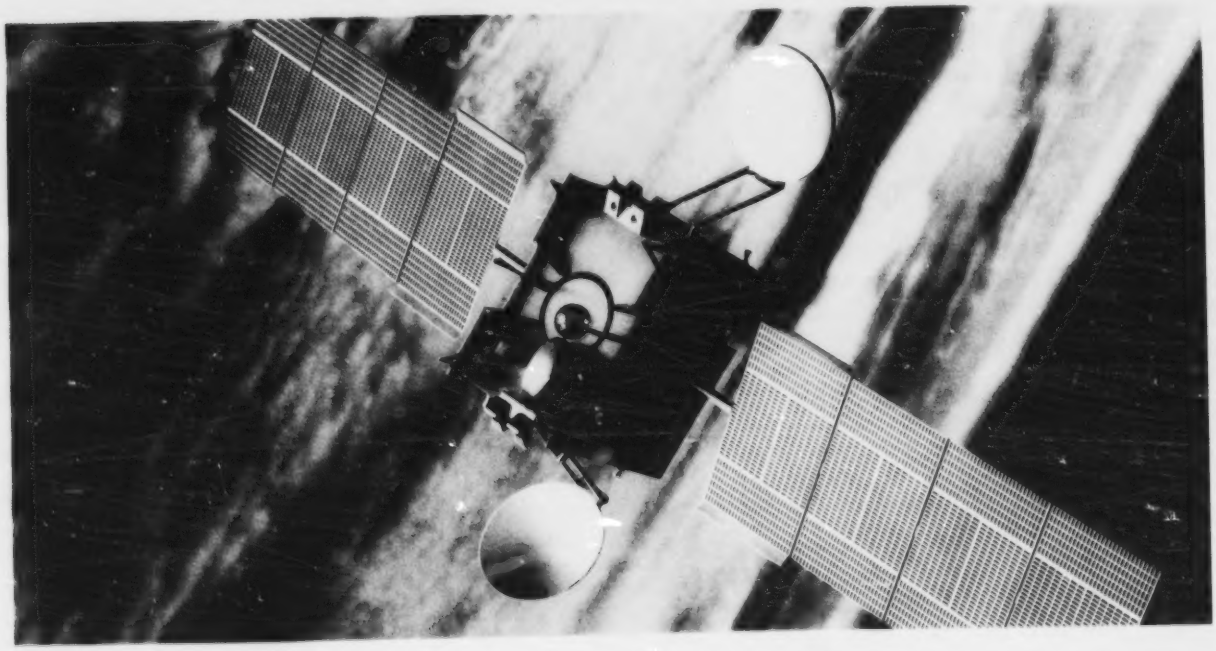


CONTRÔLE D'ATTITUDE DE SATELLITE EN BOUCLE TERRESTRE

La position angulaire des satellites dans l'espace est un élément essentiel de la transmission des signaux de télécommunications vers la Terre. En effet, si cette position est inadéquate, ces derniers deviennent complètement inutiles. En 1994, un violent orage solaire accompagné de niveaux de rayonnements excessivement élevés a mis hors service les mécanismes de contrôle primaire et auxiliaire d'Anik E2.

Si cette défaillance n'avait pu être résolue, elle aurait représenté un coût s'élevant à des centaines de millions de dollars pour l'industrie canadienne des télécommunications. Au moyen de signaux radio émis de stations terrestres, le système de contrôle d'attitude en boucle terrestre GLACS (pour *Ground Loop Attitude Control System*) est parvenu à contrôler la position angulaire du satellite en commandant la mise à feu des micropropulseurs de l'engin spatial. Le GLACS est issu d'une technologie novatrice développée par Télésat Canada avec l'appui de l'ASC. Dans les six mois qui ont suivi la défaillance initiale d'Anik E2, le GLACS est parvenu à rétablir le satellite à son état de fonctionnement quasi normal; tout en lui redonnant environ 90 % de sa durée de vie prévue.

Le système GLACS est aujourd'hui un produit commercial rentable dans le marché international du satellite. Il peut servir de système auxiliaire en cas de défaillance partielle, permettant ainsi à des satellites défectueux de continuer à fonctionner.



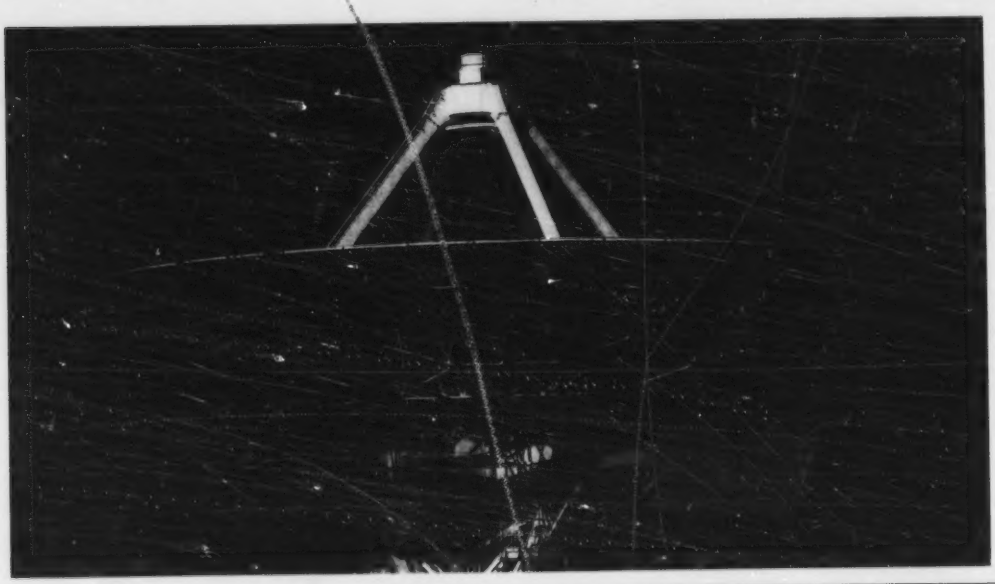
LIAISONS INTERSATELLITES TOUT OPTIQUE

Les communications intersatellites constituent l'un des plus grands défis auxquels doivent faire face les constructeurs de satellites de communications. Les opérations nécessitent un bon dispositif de détection lorsque les satellites se croisent à haute vitesse. Présentement, les satellites de télécommunications spatiales sont équipés d'éléments de repérage mécanique.

Récemment, les chercheurs de l'ASC ont proposé de combiner un système d'holographie dynamique avec des éléments de conjugaison de phase. Avec la collaboration de Passat Ltd., ils ont démontré la faisabilité d'un système de télécommunications intersatellites tout optique dépourvu d'éléments mécaniques onéreux et de haute gamme. Le système procure une poursuite continue entièrement automatisée entre les satellites pour le faisceau direct et le faisceau de retour.

La technologie des lasers à semi-conducteurs développée par Passat Ltd. a de nombreuses applications industrielles incluant le micro-usinage, la microlithographie, le marquage, la gravure, la coupe, le perçage et les applications biomédicales comme celles utilisant des lasers à rayons ultraviolets.

Le développement de cette technologie a élargi les connaissances de l'industrie, ce qui a mené à la création de nouveaux produits dérivés. Passat Ltd. a livré des systèmes laser à des organismes d'avant-garde dans le domaine des lasers, tels l'Idaho National Engineering Laboratory (États-Unis), la *Defense Research and Evaluation Agency* (Royaume-Uni), le Commissariat à l'énergie atomique (France) et le *Japan Atomic Energy Research Institute*. Ces applications dérivées comprennent une alimentation en signaux à réglage automatique pour les réseaux de télécommunications à fibres optiques et les systèmes de télécommunications air-sol et air-air.

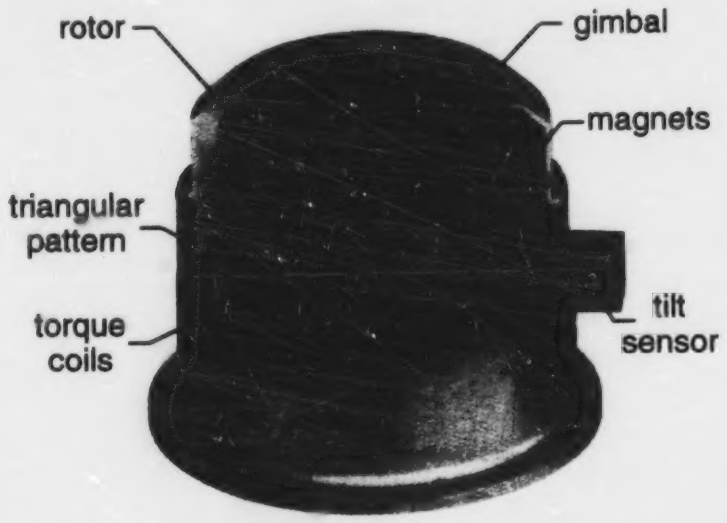


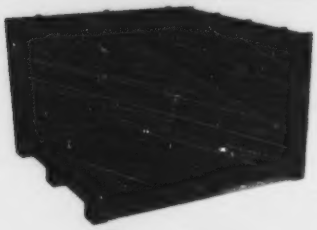
SYSTÈME DE CONTRÔLE D'ATTITUDE

Le système de contrôle d'attitude est un composant particulièrement important parmi tous ceux de la nouvelle génération de petits satellites peu coûteux qui font leur entrée sur le marché. Ce sous-système doit être abordable, léger, fiable, et doit idéalement fonctionner à faible puissance. Ces caractéristiques lui sont essentielles car il a pour fonction de cibler avec précision une station réceptrice au sol tout en corrigeant les effets de l'orbite qui pourraient perturber cette précision.

Grâce à l'appui de l'ASC, Bristol Aerospace Limited a développé le GyroWheel[MD], un dispositif multifonctionnel novateur qui assure un contrôle d'attitude sur trois axes et qui mesure avec précision les mouvements angulaires d'un engin spatial. Il en résulte donc un contrôle d'attitude à pointage fin.

Le GyroWheel[MD] permet de réduire avantageusement la masse, la puissance et le coût des systèmes conventionnels de contrôle d'attitude à pointage fin. De plus, un seul GyroWheel[MD] peut effectuer le travail de 3 ou 4 actionneurs conventionnels de volants d'inertie et de gyroscopes distincts tout en ayant approximativement les mêmes poids, masse et puissance qu'un seul volant d'inertie. Le dispositif a une capacité de détection de vitesse qui permet le pointage sur trois axes à partir de capteurs d'horizon terrestre relativement petits et peu coûteux. De plus, il peut fournir des données d'attitude en large bande pendant les manœuvres de l'engin spatial.





SYSTÈME D'ACCUMULATEUR À HAUT RENDEMENT SPATIAL

La puissance des nouveaux satellites de télécommunications a créé la nécessité d'offrir des engins spatiaux pouvant produire plus d'énergie. Ils doivent fournir une puissance d'environ 20 kilowatts, alors que les systèmes actuels possèdent une capacité de 5 kilowatts. L'ASC a appuyé le développement d'une technologie qui permet de passer de la classe des centaines de watts à celle des kilowatts et qui s'adresse à la conception de systèmes d'accumulateurs de grande taille.

Ces systèmes d'accumulateurs imposants fournissent de l'énergie électrique aux satellites lorsque la demande énergétique à bord de ces engins spatiaux dépasse la capacité de production des panneaux solaires. Par exemple, ceci pourrait se produire lors du lancement, de la montée et des premières opérations orbitales, avant que les panneaux ne soient déployés, pendant les périodes d'éclipses et lorsque la demande énergétique est trop élevée.

Pour répondre à cette demande, COM DEV travaille sur le développement de systèmes d'accumulateurs aux ions de lithium destinés aux satellites.

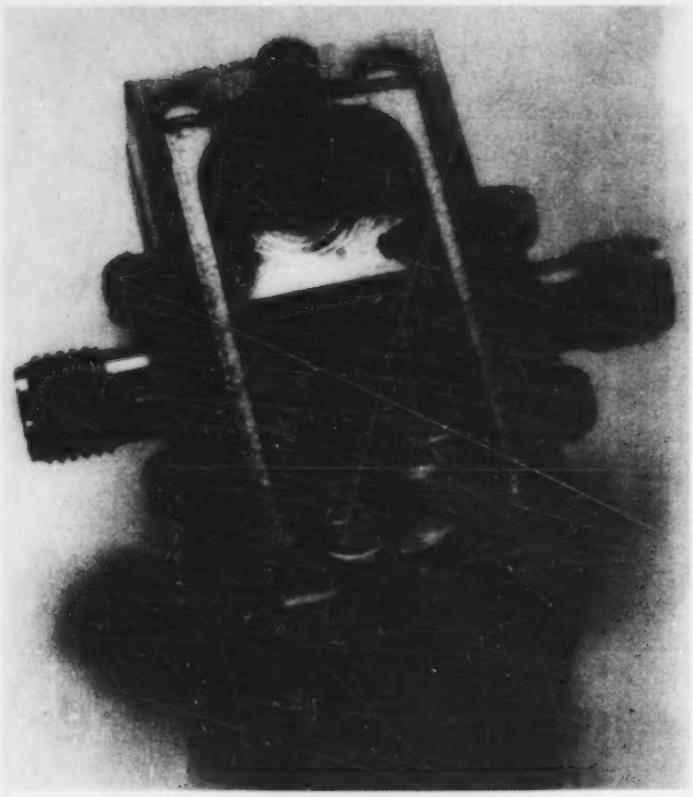
Les systèmes d'accumulateurs aux ions de lithium permettent de réaliser des économies substantielles grâce à leur masse inférieure. Ces systèmes emploient des cellules uniformes et fiables qui ne nécessitent aucune gestion de l'alimentation électronique, permettant ainsi de réaliser des économies de masse comparativement aux systèmes concurrents. Les systèmes d'accumulateurs aux ions de lithium sont moins encombrants, plus légers, et peuvent fournir plus d'énergie que les systèmes actuels, ce qui offre aux opérateurs de satellite la possibilité de fabriquer des satellites plus petits et moins onéreux ou d'augmenter la charge utile du satellite. Sur un gros satellite, cela peut signifier une réduction de plus de 100 kg.

Les innovations de COM DEV ont suscité énormément d'intérêt pour ce produit de la part de fournisseurs importants de satellites mondiaux. Ce type d'accumulateur effectuera son premier vol dans le cadre du programme canadien SciSat.

MICRO-COMMUTATEURS

Puisque le coût de l'envoi d'un engin spatial en orbite est en fonction de sa masse, on développe présentement des éléments légers et de petites dimensions dans tous les secteurs de la construction de satellites ; évidemment on retrouve souvent des commutateurs comme composants de ces engins de haute technologie.

Plusieurs applications destinées aux engins spatiaux nécessitent en effet des commutateurs hyperfréquences offrant une très grande fiabilité de fonctionnement; tout en étant légers et peu encombrants. Les commutateurs électromagnétiques hyperfréquences MEM (pour *Micro-electromechanical microwave*) de CIS Scientific Inc. ont les mêmes qualités que les commutateurs électromagnétiques conventionnels en ce qui a trait aux pertes d'insertion et de la puissance admissible. Par contre, ils offrent les avantages des commutateurs à semiconducteurs en ce qui concerne leurs dimensions, leur masse et leurs besoins en alimentation. Les commutateurs MEM peuvent aussi être intégrés facilement à des circuits hybrides hyperfréquences à microrubans montés en applique, à des circuits miniatures et à des guides d'ondes coplanaires. Deux brevets américains couvrant la technologie MEM ont été attribués à l'entreprise.



L'ASC a appuyée CIS Scientific Inc., une jeune entreprise dynamique dont les principales activités de recherche et développement sont axées sur le développement de commutateurs MEM et de dispositifs destinés à des applications photoniques. Dans le cadre de ce partenariat, CIS Scientific a formé une association avec le *National Research Council* et COM DEV, un important fabricant et distributeur de commutateurs destinés aux satellites. Le commutateur développé par CIS Scientific pourrait remplacer les commutateurs à diode PIN et les commutateurs mécaniques utilisés présentement sur les satellites.

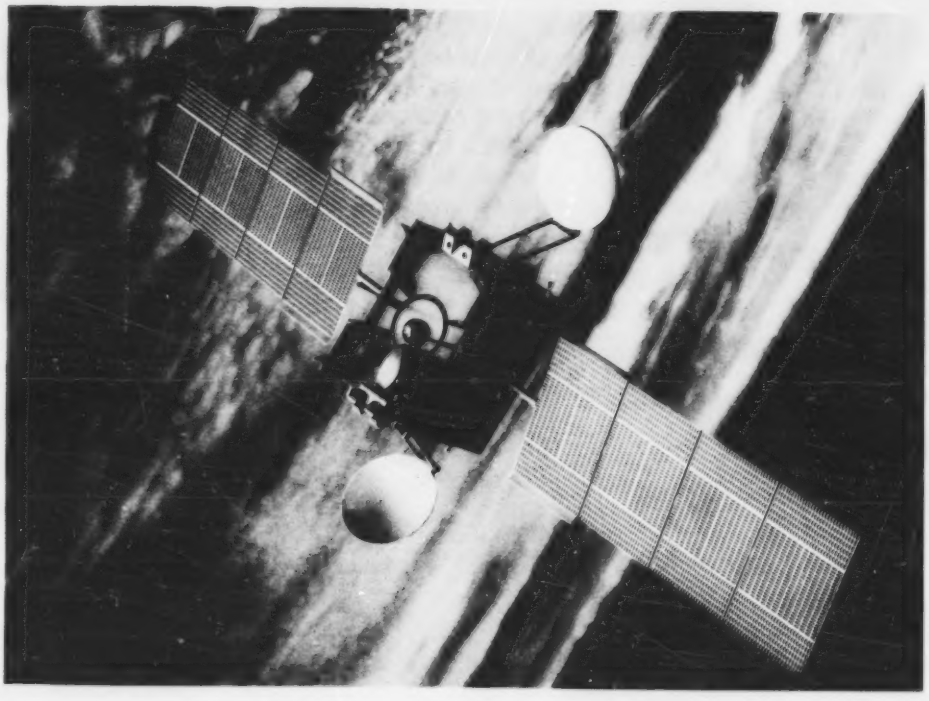
CONDITIONNEUR D'ÉNERGIE POUR SATELLITE

Un des plus grands défis de la conception de composants d'engins spatiaux est d'en accroître le rendement tout en réduisant la taille, le poids et le coût des produits, ceci sans compromettre la qualité et la fiabilité de ces composants. C'est ce genre de défi qu'a accepté de relever EMS Technologies Inc., un important fournisseur d'équipement de communications sans fil et de communications par satellite, qui se consacre de plus en plus aux applications à large bande. La société concentre sa gamme de produits sur les besoins des utilisateurs de systèmes de communications à large bande et de communications mobiles.

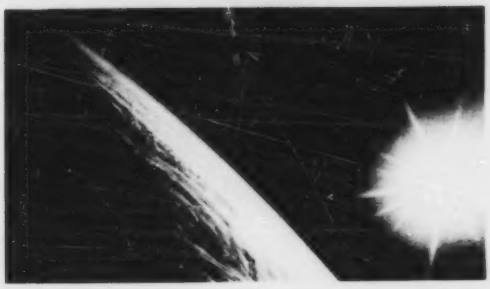
Ses produits comprennent une famille de conditionneurs d'alimentation continu-continu (DC/DC) de pointe pour applications spatiales. Ces conditionneurs incorporent les derniers développements dans les techniques de conception, des composants et de la mise sous boîtier.

EMS a conçu et développé des outils de conversion de l'énergie et des moteurs spatioqualifiés, comprenant des conditionneurs d'alimentation pour récepteurs, des convertisseurs fréquentiels, des modulateurs, des oscillateurs locaux et des conditionneurs d'alimentation haute puissance pour amplificateurs de puissance à semi-conducteurs et systèmes numériques. Les conditionneurs d'alimentation de EMS sont conçus pour minimiser l'interférence électromagnétique et offrir un bon rejet audio de même que pour le maintien de séquence. De plus, ils comptent parmi les plus efficaces de l'industrie.

EMS a établi des partenariats pour fournir des conditionneurs d'alimentation à un grand nombre de clients à travers le monde. Leur conception est le résultat de plusieurs années de recherche et de développement financés en partie par le gouvernement du Canada et l'ASC dans le cadre de divers programmes, de Anik-E jusqu'à Advanced Satcom.



VOIR CLAIR



Puisque l'espace est caractérisé par l'absence de nuages et d'atmosphère qui pourraient les protéger, les matériaux qu'on emploie sont directement exposés aux rayons du Soleil. Subséquemment, ces matériaux doivent être spécialement conçus, non seulement pour résister aux rayonnements, mais également pour en tirer le meilleur parti possible et les utiliser efficacement (comme dans le cas des panneaux solaires). Puisque les propriétés des surfaces ne sont pas toujours évidentes, nous devons pouvoir compter sur des outils extrêmement complexes qui nous permettent de bien comprendre le comportement de la lumière qui frappe ces surfaces. La firme Stellar Optics Research International Corp. (SORIC) a accepté de relever le défi en mettant au point l'outil SOLEXIS[MD] de sélection de données pour surfaces et matériaux noirs, blancs, réfléchissants et transparents utilisés dans des applications terrestres et spatiales. Il nous permet d'accéder rapidement à des données concernant les matériaux utilisés pour le contrôle de la lumière parasite, la commande thermique, l'étalonnage et les repères visuels.

SORIC a recueilli des données auprès de toutes les sources importantes spécialisées en dispersion optique en Amérique du Nord et elle dispose actuellement de la plus grande collection de données au monde (environ 60 000 courbes de données). C'est la première fois que des données optiques, de dispersion et thermiques sont disponibles dans une base de données experte, polyvalente, complète et conviviale.

Ses domaines d'application sont les suivants : cibles, repères visuels et systèmes de visualisation; radiomètres, radiateurs et normes de réflectance; isolants thermiques et protection contre le froid; enceintes pour écrans d'instrumentation et draperies; miroirs, lentilles, prismes et cristaux. De plus, le projet vise les matériaux suivants : peintures et apprêts, laques et vernis; matériaux en vrac : métaux et alliages, verres, polymères, céramiques, composites en verre et autres; pellicules, feuillards, rubans, mailles; fibres, papiers, textiles, tissus, teintures, encres, matériaux de marquage; surfaces et pellicules créées par anodisation, électrodéposition, projection par plasma, dépôt chimique en phase vapeur, procédés sous vide et procédés brevetés.

SORIC se spécialise dans les produits et services associés aux surfaces et matériaux noirs, blancs, réfléchissants et transparents et utilisés en instrumentation terrestre et spatiale. Fondée en 1993, cette entreprise offre une technologie et un savoir-faire de pointe et fournit des solutions aux problèmes complexes de ses clients des secteurs de l'aérospatiale, de la défense, de l'astronomie et des sciences. L'ASC a fourni des fonds en vue de la réalisation d'une étude de faisabilité de même que pour l'acquisition de données.

Sue McCall, vice-présidente, Stellar Optics Research International Corp., *« Le projet SOLEXIS n'aurait pas vu le jour sans l'appui de l'ASC. »*

LES TRANSPONDEURS QUI RELIENT L'ENGIN SPATIAL AU RESTE DU MONDE

Les communications avec les engins spatiaux assurent les liaisons descendantes nécessaires aux opérations de télémétrie, de poursuite, de commande et de sécurité concernant les sattellites, y compris leur lancement. L'un des éléments essentiels de ce système de télécommunications est le transpondeur, comme le transpondeur en bande S de pointe développé par EMS Technologies.

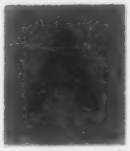
Le transpondeur a été développé, à l'origine, dans le cadre du Programme de partenariat Canada/ESA (Agence spatiale européenne) de l'ASC pour s'adapter immédiatement à un grand nombre d'utilisateurs. Ce transpondeur offre des communications directes avec les systèmes terrestres et les réseaux de communications par satellite de la NASA TDRSS/DRS (pour *Tracking and Data Relay Satellite System/Data Relay System*) et DRTS (pour *Data Relay Test Satellite*). La communication directe avec les systèmes terrestres est compatible avec les réseaux STDN (*Spaceflight Tracking and Data Network*) et ESOC (pour *European Space Operation Centre*). De plus, le dispositif FEC (pour *Forward Error Correction*) est disponible, à l'aide du codage convolutionnel.

Les transpondeurs en bande S développés par EMS forment le cœur du système de communication du HTV (pour *H-II Transfer Vehicle*) de la NASDA, et fera partie du matériel électronique de bord fourni par Mitsubishi Electric pour prendre en charge les fonctions de télémesure et de commande du véhicule. Une paire de transpondeurs sera installée sur le module d'expérimentation japonais de la Station spatiale pour assurer les communications avec le HTV lorsqu'il s'approche de la Station. La deuxième paire de transpondeurs installée sur le HTV assurera l'autre moitié de la liaison avec la Station spatiale. Finalement, la troisième paire de transpondeurs, aussi installée sur le HTV, assurera la liaison des communications entre le HTV et le contrôle au sol par l'entremise du satellite-relais de poursuite et d'acquisition de données. Ce dernier fournira la protection nécessaire aux manœuvres sécuritaires de lancement du HTV et d'amarrage de la Station spatiale.

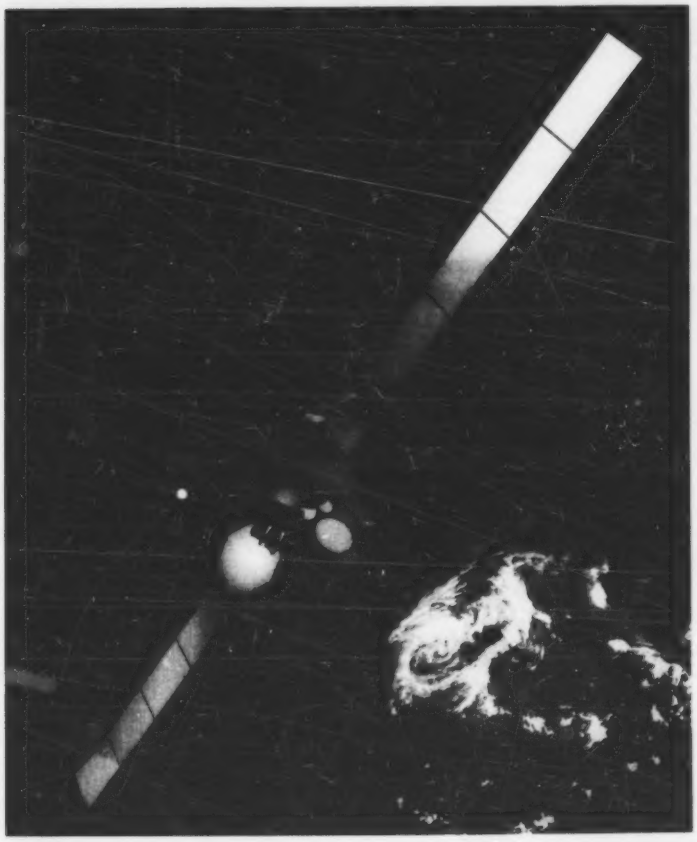
Un contrat a été émis pour livrer neuf transpondeurs bande S à Mitsubishi Electric Company pour la station spatiale internationale. Ce contrat est présentement de 9,5 millions de dollars, avec la possibilité d'une commande ultérieure pouvant atteindre 40 unités de plus. La fabrication des transpondeurs créera jusqu'à 10 nouveaux postes d'ingénierie et de soutien dans l'entreprise.

EMS Technologies fabrique et offre des antennes haut de gamme de téléphonie, télédiffusion en direct et de communication de données pour les aéronefs privés et commerciaux. De plus, EMS Satcom offre divers terminaux et systèmes pour les communications de données et applications spécia-lisées à l'intention des utilisateurs de communications par satellite.

ANTENNE MULTIFAISCEAUX EN BANDE KA



Aujourd'hui, les satellites de télécommunications doivent desservir simultanément plusieurs clients se trouvant dans des endroits différents. Pour ce faire, on peut utiliser des antennes multifaisceau. Le rendement de ces antennes est limité par la capacité à éclairer l'ouverture de façon efficace, au moyen d'éléments d'alimentation très rapprochés, relativement petits et avec un diagramme de rayonnement primaire relativement large.



Pour parer aux limitations de performance des antennes multifaisceau qui emploient un seul élément par faisceau, EMS Technologies a conçu des éléments d'alimentation à grande directivité et à rendement élevé pour les antennes à réflecteurs multifaisceau haute fréquence. Le système d'alimentation novateur dont l'ASC a appuyé le développement permet de diminuer les pertes RF (Radio Fréquences) et d'augmenter les gains ainsi que l'isolation du lobe secondaire.

EMS a mis au point des éléments d'alimentation très efficaces qui offrent la même directivité que les éléments d'alimentation traditionnels de plus grandes dimensions; permettant ainsi d'augmenter de manière significative la performance de l'antenne. Par contre, l'alimentation peut aussi être adaptée à une application précise. La société a développé une vaste gamme d'éléments d'alimentation pouvant parfaitement répondre à de diverses exigences. Les paramètres à optimiser comprennent l'efficacité de la directivité, la performance contrapolaire, l'affaiblissement d'équilibrage ainsi que la largeur de bande. L'opération Tx/Rx combinée peut également être supportée. L'efficacité de la directivité varie de 75 % à 100 %, et ce, en vertu de plusieurs facteurs. Les améliorations caractéristiques du diagramme secondaire sont de l'ordre de 0,5 dB pour le gain aux limites de la couverture. De plus, on obtient un résultat impressionnant de 4 dB pour l'isolation du lobe secondaire.

L'antenne multifaisceau en bande Ka a permis à EMS de décrocher le contrat pour l'antenne du satellite Anik F2. L'amélioration de la performance obtenue grâce à ces systèmes d'alimentation et aux autres technologies habilitantes acquises dans le cadre des programmes d'antennes en bande Ka Koreasat-3 et Astra-1K a confirmé la position de tête de EMS dans le domaine des antennes en bande Ka.

ANALYSE THERMIQUE

Un modèle thermique efficace au point de vue de la masse et de l'énergie électrique constitue un élément essentiel de chaque mission dans l'espace. Ce type de modèle exige de pouvoir effectuer une analyse thermique précise de la mission et du matériel spatial.

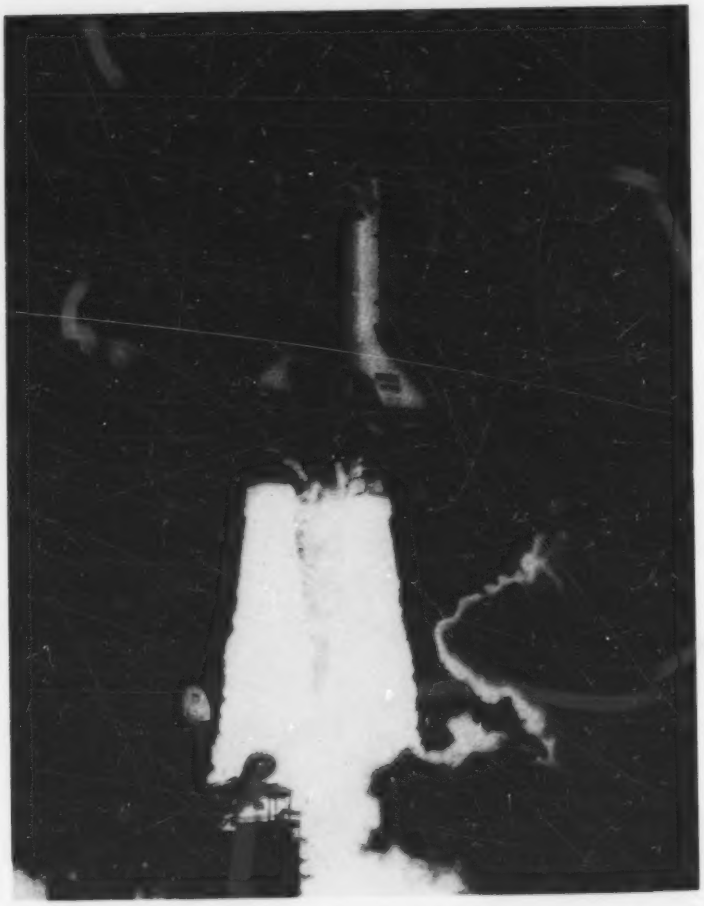
L'ASC a appuyé MAYA pour le développement de certaines caractéristiques particulières d'un logiciel d'analyse thermique, le TMG. Ce logiciel facilite la modélisation précise du transfert de chaleur de structures mécaniques complexes.

Afin de soutenir efficacement la concurrence avec les codes d'analyse thermique parrainés par la NASA et l'ESA, MAYA se devait d'offrir des capacités exceptionnelles de modélisation de même qu'une technologie numérique des plus évoluées. L'appui de l'ASC dans le cofinancement des éléments les plus à risques et les plus ambitieux du programme de recherche et développement de MAYA a permis à l'entreprise d'accélérer considérablement ses efforts de développement. De plus, ce soutien a facilité l'acquisition d'une supériorité technologique par rapport à ses principaux concurrents de l'industrie spatiale.

Le logiciel TMG a également été adopté par des chefs de file industriels tels que Boeing, Lockheed Martin, Matra-Marconi et Aérospatiale, et il est utilisé dans une grande variété de programmes (notamment RADARSAT, MSAT, GPS, SOHO, la Station Spatiale, NGST). Il offre en outre des possibilités d'applications commerciales dans les domaines de l'automobile, de l'électronique et de la médecine. Au cours des quatre dernières années, la société est passée de quelques employés seulement à plus de 60. Le logiciel TMG est devenu l'outil le plus efficace et le plus précis du monde en matière de conception et d'analyse thermique. Il est l'outil standard d'analyse thermique dans l'industrie spatiale canadienne.

MESURE DES VIBRATIONS SANS CONTACT

Les structures spatiales, en particulier les grandes antennes et les engins spatiaux, sont légères et soumises à diverses sources de vibrations, pouvant diminuer leur performance. Pour réduire ces vibrations, il faut d'abord les mesurer, sans par ailleurs les modifier. Pour ce faire, un système au laser peut être utile pour mesurer les déplacements subis par une structure sans y toucher.



Avec le matériel classique, les mesures multipoints simultanées des vibrations exigent des systèmes encombrants et complexes comportant plusieurs vibromètres laser. Ils se limitent à diriger des faisceaux de mesure sur des points précis des structures et exigent des délais considérables pour l'établissement des différentes cibles.

Le MCFVIB (pour *Multi-Channel Fibre Optic Laser Vibrometer*) de MPB Technologies Inc. mesure le déplacement et la vitesse des vibrations par interférométrie optique sans contact. Il peut prendre des mesures sans contact à distance sur les structures à examiner, de sorte que les vibrations ne sont pas modifiées par son poids. Ce système utilise une technologie de commutation perfectionnée à fibres optiques pour obtenir une distribution multipoint rapide du faisceau avec un vibromètre monocanal courant. L'utilisation d'un dispositif spécial de distribution des signaux par fibre optique simplifie la reconfiguration du système d'une cible à l'autre. L'introduction du MCFVIB procure aux spécialistes en structures un système efficace et peu coûteux qui élimine les restrictions des systèmes classiques et offre de nouvelles possibilités de mesure.

Ce développement technologique a été lancé et financé par l'ASC. Le MCFVIB permettra à l'Agence de développer une expertise de niveau international dans les domaines de la caractérisation dynamique et de la conception des grandes structures spatiales. Cette expertise donnera aux constructeurs canadiens de satellites un avantage concurrentiel important sur le marché international.

Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency

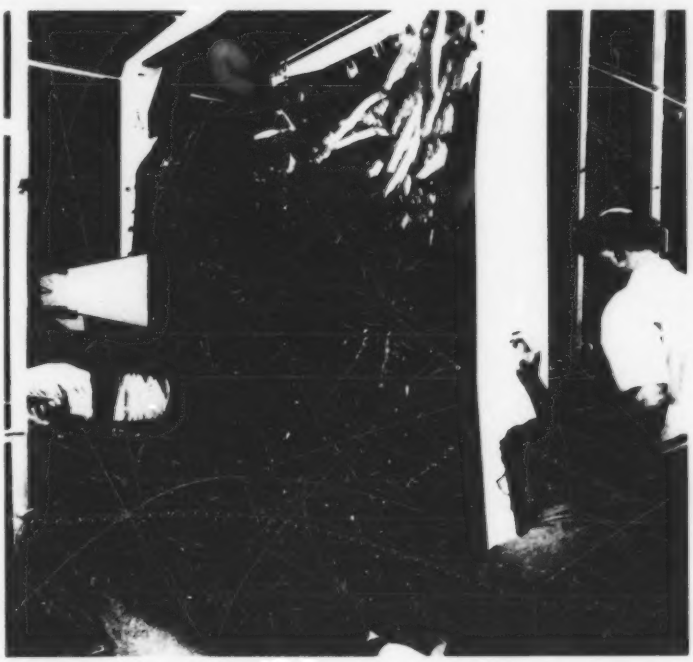
ANTENNE DÉPLOYABLE À DOUBLE MEMBRANE

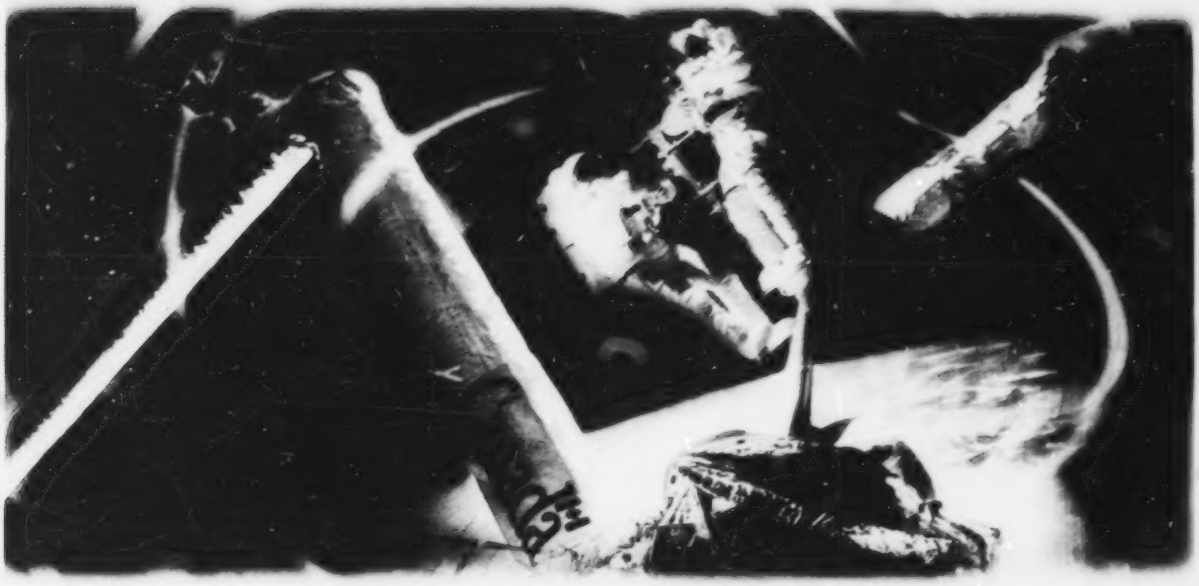
Les satellites à radar à synthèse d'ouverture (RSO) comme RADARSAT-1 et 2 sont dotés d'une antenne RSO, qui pèse presque 800 Kg et occupe un espace de rangement de presque sept mètres cubes. Les caractéristiques du satellite constituent un facteur important pour le choix de la taille de l'engin spatial et le choix d'un lanceur. Le coût associé à un satellite de ce poids rend l'autofinancement des systèmes RSO difficile. Une antenne à membrane RSO offre la possibilité de construire des antennes à grande ouverture extrêmement légères pour les engins spatiaux qui occupent très peu d'espace une fois rangées (un poids de moins de 100 kg et un espace de rangement d'un mètre cube). Ce type d'antenne pourrait être installé sur un petit satellite d'un poids total de moins de 1000 kg, à un coût très inférieur.

Pour relever ce défi, EMS Technologies Inc. a conçu une antenne déployable à double membrane qui peut être repliée et rangée dans un petit boîtier. Cette antenne est déployée en orbite au moyen de cordes fixées aux bords de la membrane.

EMS a développé deux types d'antennes à membrane, l'antenne à lentille et l'antenne à rayonnement direct. L'antenne à lentille est dotée d'une alimentation distincte ou réseau, qui éclaire la surface de la membrane d'entrée. Des membranes individuelles forment les faces d'entrée et de sortie de la lentille. Ces membranes sont équipées d'une variante particulière de plaque de microruban. De plus, des circuits en ligne à lacets de chaussure interconnectent les plaques adjacentes des membranes d'entrée et de sortie et assurent le réglage en phase nécessaire à la mise au point de la lentille. Pour simplifier le dispositif, aucun joint n'est soudé et les circuits à lacets de chaussure fonctionnent grâce à une liaison capacitive.

Cette nouvelle technologie a été financée par l'ASC et donne un avantage concurrentiel important à EMS dans le domaine des antennes réseaux. Ainsi, EMS se trouve en bonne position pour fournir des antennes RSO et de grandes antennes réseaux pour les futures missions, en recourant à de petites platesformes. Plusieurs clients, dont le Royaume-Uni et l'Argentine, ont consulté EMS en vue d'utiliser cette technologie. Le Japon a aussi démontré son intérêt pour le concept en vue d'une mission de son satellite ALOS.





RECHERCHE DE CALIBRE INTERNATIONAL

COMPRÉHENSION DE L'ATMOSPHÈRE

Qu'il s'agisse des prévisions météorologiques ou de la surveillance de l'ozone, les satellites sont d'une aide inestimable. Pour ces opérations, l'œil a besoin d'une instrumentation d'observation spéciale.

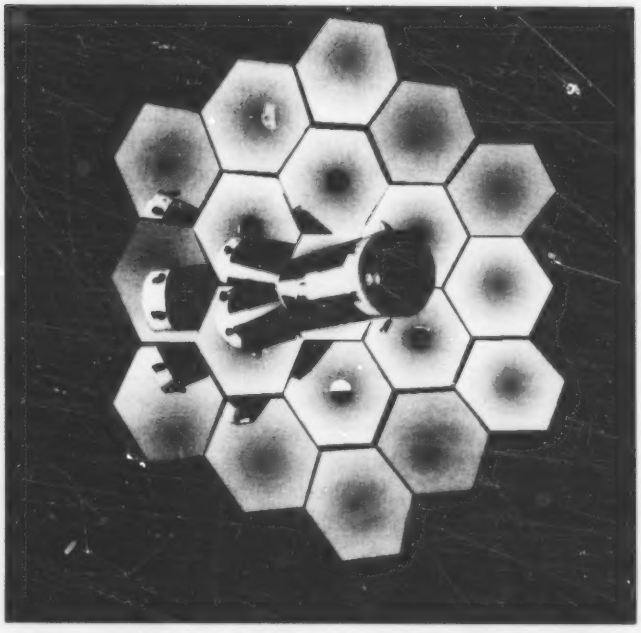
L'ASC a contribué financièrement au développement d'un interféromètre de Michelson. Celui-ci a été conçu pour être utilisé dans le satellite Envisat de l'ESA (*European Space Agency*) dans le cadre du premier Programme de la mission d'observation de la Terre sur orbite polaire (POEM-1 pour *Polar Orbit Earth Observation Mission Program*). Les données recueillies permettront de mieux comprendre la troposphère, la stratosphère et la mésosphère. L'instrument est conçu pour prendre des mesures simultanément sur plus de 20 gaz pertinents à l'état de traces de même que la distribution des particules d'aérosol dans l'atmosphère.

Ce projet a permis à ABB Bomem de participer pour la première fois à un vaste programme spatial en utilisant son expertise dans le domaine des spectromètres à transformation de Fourier. La société a également mis au point l'équipement optique de soutien au sol, le logiciel de la composante terrestre et le logiciel de simulation d'instruments.

Côté météorologie, ABB Bomem travaille au développement de la sonde CrIS (Pour *Cross Track Infrared Sounder*™) qui établit des profils de la température et de l'humidité atmosphériques pour les prévisions météorologiques à long terme. Suite à ce travail, au début de 1999, ABB Bomem a complété un contrat de 1,75 millions de dollars avec ITT Aerospace & Communications de Fort Wayne (Indiana) pour la conception préliminaire du sous-système principal de la nouvelle génération de capteurs infrarouges pour les satellites météorologiques. À l'automne 1999, l'équipe d'ITT, dont fait partie ABB Bomem, a remporté le contrat de suivi pour la production de plusieurs unités. Pour ABB Bomem, cela représente des recettes de près de 15 millions de dollars.

STRUCTURES INTELLIGENTES

L'un des défis dans l'espace est de réduire le poids des structures spatiales sans que leur forme soit modifiée par les vibrations. Pour répondre à ce défi, une structure intelligente fait appel à des capteurs, à des actionneurs et à des mécanismes de commande intelligents qui détectent des stimuli et y réagissent d'une manière déterminée d'avance. Les matériaux de la structure peuvent être légers et fragiles donc vulnérables aux déformations et aux vibrations, mais ces effets sont atténués par contrôle actif. La technologie des structures intelligentes trouve également des applications dans de nombreux systèmes terrestres : suppression active des vibrations dans les suspensions automobiles, systèmes de suppression des bruits, ponts, immeubles et skis intelligents.



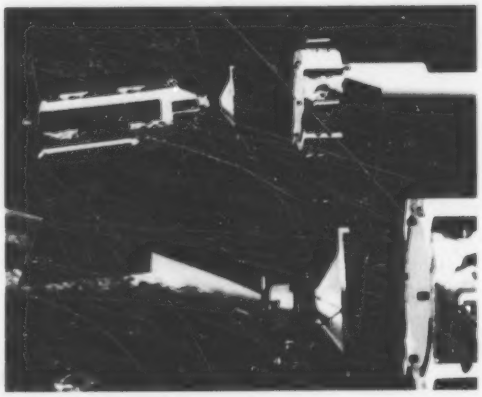
Dans le cadre d'un programme de l'ASC, SensorTech a mis au point des structures intelligentes piézo-électriques qui permettent de réduire la masse des structures spatiales tout en maintenant leur forme et leur résistance aux vibrations.

Trois éléments de structure intelligente ; l'élément de support actif (ASM pour *Active Strut Member*), le panneau de structure actif (ASP pour *Active Structural Panel*) et le système de commande intelligent (SCS pour *Smart Control System*) ; ont été développés dans le cadre de ce programme. Cette technologie a été testée avec succès en laboratoire sur de grands réflecteurs paraboliques qui ont conservé leur forme en dépit d'effets déformants. Ces développements permettront d'avoir des structures de très grandes dimensions dans l'espace pour des applications dans les domaines des télécommunications à haute vitesse, de l'alimentation par panneaux solaires et des voiles solaires.

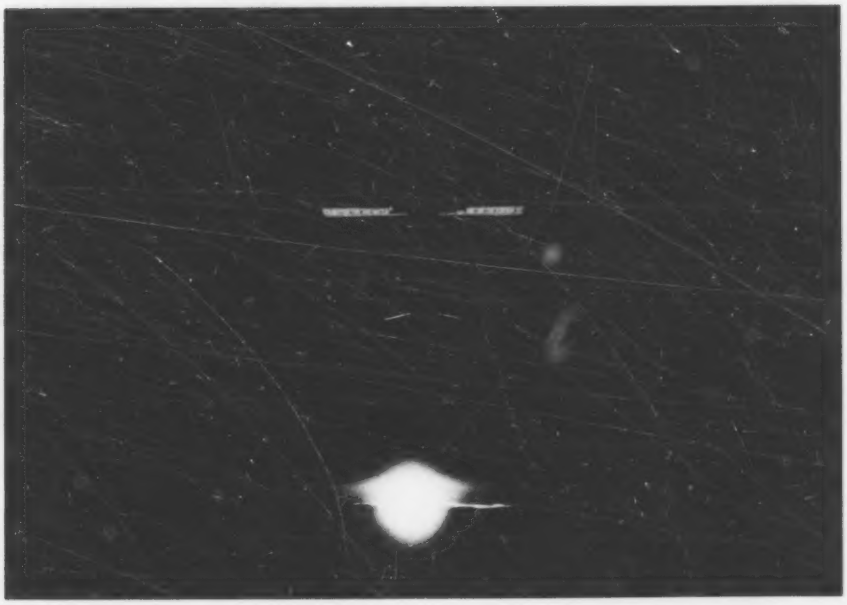
CONTACT DYNAMIQUE

La majorité des tâches que doit effectuer un robot exigent qu'il saisisse un objet ou qu'il établisse un contact de quelque manière que ce soit avec ce qui l'entoure. Dans les meilleures conditions, il est difficile de contrôler avec précision ce type d'interaction et encore plus dans l'espace où la supervision humaine est difficile et parfois impossible.

C'est pour résoudre ce problème que la Boîte à outils d'étude de la dynamique des contacts (CDT, pour *Contact Dynamics Toolkit*) a été créée. Il s'agit d'une bibliothèque de logiciels de modélisation et de simulation de la dynamique des contacts/contraintes que subissent par intermittence diverses structures mécaniques, et particulièrement les robots. Cette technologie a été mise au point par MD Robotics, de concert avec l'ASC et a été intégrée à la Station spatiale internationale.



La CTD simule la dynamique des contacts comme des points de contact légèrement élastique, ce qui comprend la friction, les contraintes cinématique et les forces de contact. Elle comprend aussi une géométrie précise des surfaces en contact.



La Boîte à outils d'étude de la dynamique des contacts a contribué au développement du programme de robotique canadien pour la Station spatiale et a résulté en un contrat avec la NASA pour son incorporation au simulateur Canadarm pour la navette spatiale. Elle assurera un rôle important dans la sélection des technologies pour l'amarrage de satellites et pour les systèmes de saisie à bord de la Station spatiale internationale.

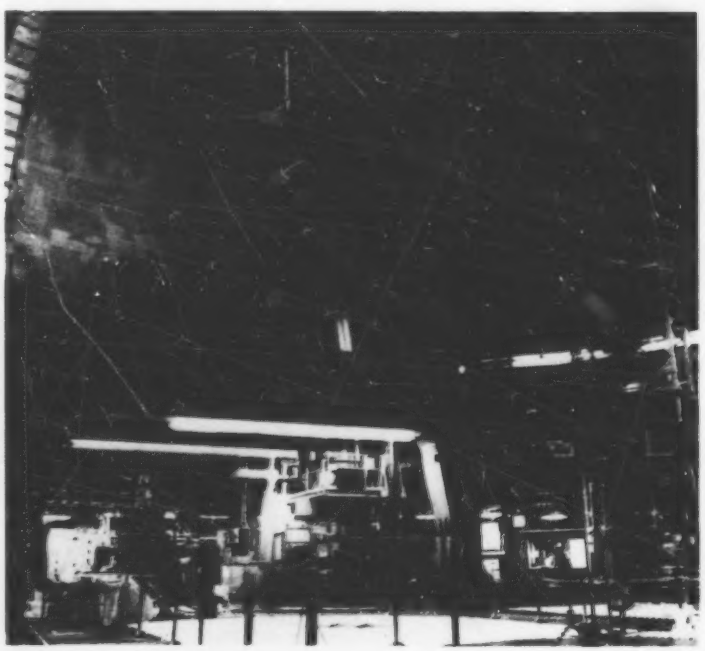
AMENDEMENT À LA PREMIÈRE LOI DE ASIMOV

« Un robot ne peut blesser un humain ni par son action, permettre qu'un humain soit blessé. » Cette loi de Asimov met en relief de manière étonnante un élément important de la robotique : la sécurité. Toutefois, dans le contexte des opérations de robotique spatiale, cette citation est incomplète ; il faut ajouter « ou par suite de défaillance ». La recherche de systèmes robotiques sécuritaires impose des exigences strictes à chaque niveau de conception et d'opération. Des questions telles que : et si la composante tombait en panne ? sont d'une importance primordiale. Le défi est donc de non seulement concevoir un système robotique sécuritaire dans des conditions normales d'exploitation, mais aussi d'intégrer des dispositifs de sûreté en cas de défaillance ou d'événement imprévu pour les systèmes robotiques sophistiqués opérant en milieu hostile.

Pour relever ce défi, l'Agence spatiale canadienne

(ASC) a financé le développement de systèmes de télésurveillance et de télédiagnostic, ainsi que des méthodes de conception formelle, par Atlantic Nuclear Services Ltd. , une société se spécialisant dans les dispositifs de sécurité pour réacteurs nucléaires.

Atlantic Nuclear Services Ltd. s'est penchée sur ces préoccupations dans la mise au point de deux dispositifs particuliers. Le premier, IRMAD, est un système de surveillance et de diagnostic à distance. Il utilise des techniques perfectionnées de traitement des signaux, des modèles analytiques et l'intelligence artificielle pour la surveillance et le diagnostic destiné à supporter la télécommande de systèmes et d'équipements. Le second dispositif, le système AVAT, est une méthodologie tabulaire pour les besoins et les spécifications logicielles utilisée afin que le développeur puisse réaliser une architecture de logiciel facile à vérifier et à valider.

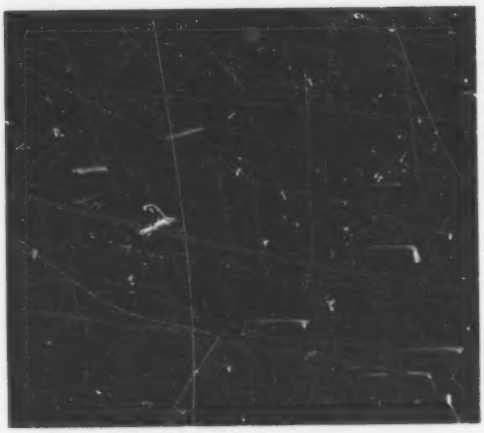


ÉVITER LES COLLISIONS

Comme humains, nous avons l'habitude de nous fier à nos yeux pour nous guider de façon adéquate, pour nous déplacer, pour éviter des obstacles ou pour suivre un chemin (circulaire ou autrement) vers une destination donnée. Tout cela nous semble tellement naturel que nous ne réalisons jamais toutes les étapes complexes entourant le processus. Seuls ceux qui doivent enseigner cette simple tâche à des machines réalisent la difficulté de l'entreprise.

Que ce soit dans l'espace, avec le Canadarm ou le Canadarm-2 ou sur la Terre, les robots complexes doivent être capables d'agir sans supervision et sans heurter tout ce qui se trouve sur leur trajet. Le défi consiste donc à construire une réplique aussi fidèle que possible de nos facultés de perception, et plus particulièrement de la vue.

C'est ici qu'intervient le RapidScan[MD], un système de numérisation laser automatisé qui comprend un système de vision, la planification de trajets et l'évitement de collisions en temps réel.



RapidScan[MD] offre une sélection de stratégies de numérisation automatisées pour traiter la complexité des tâches de numérisation courantes. À l'aide d'un modèle de surface construit à partir de balayages grossiers d'un objet, RapidScan[MD] repère automatiquement les contours d'un objet pour produire des données de surface de haute qualité dans un temps record.

Développé grâce à l'appui de l'Agence spatiale canadienne (ASC) par Hymarc Ltd, RapidScan[MD] trouve des applications dans les systèmes de vision spatiale, dans les commandes robotiques et dans le balayage d'objets au sol pour créer des modèles numériques. Le système permet d'accroître la productivité puisque le processus de numérisation ne nécessite plus l'attention continue d'un opérateur.

Comme application terrestre pour cette technologie, Karmann, le concepteur automobile allemand, utilise une version de RapidScan[MD] pour automatiser la numérisation de modèles d'automobiles à grande échelle.

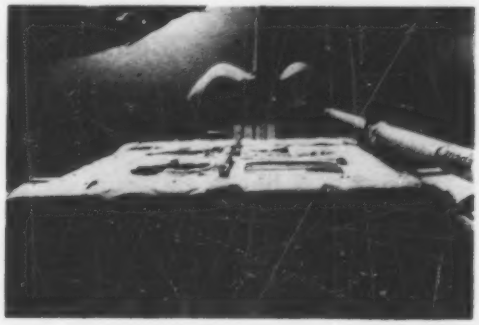
COMMUNICATION AVEC L'ESPACE LOINTAIN

Le Programme de partenariat entre le Canada et l'Agence spatiale européenne (ESA) administré par l'ASC appuie des entreprises canadiennes dans leurs projets internationaux. Un exemple éloquent est celui de SED Systems, une division de CALIAN Ltd., qui a conçu et construit une antenne de 35 mètres devant être installée près de Perth, en Australie, sur les terrains de l'ESA, à la fin de 2001, dans le cadre du Programme Rosetta de l'ESA. Il s'agit d'une antenne capable de communiquer avec l'engin spatial à une distance de 900 millions de kilomètres, soit plus de six fois la distance entre la Terre et le Soleil. L'antenne enverra des commandes au satellite Rosetta et recevra les données scientifiques et d'état que lui transmettra celui-ci au cours de son extraordinaire périple à la rencontre d'une comète dans l'espace lointain.

L'antenne de 35 mètres de diamètre sera l'une des plus grandes utilisées dans le monde pour des applications de télémesure, de poursuite et de commande dans l'espace lointain. Un puissant émetteur de 20 kilowatts transmettra des signaux à l'engin, et des amplificateurs de réception fonctionneront à 15 degrés au-dessus du zéro absolu (-273°C) pour capter les faibles signaux retransmis depuis l'espace lointain. En raison de la distance, les communications aller-retour entre la Terre et l'engin pourraient prendre jusqu'à 100 minutes, même si les signaux se déplaceront à la vitesse de la lumière. La durée utile de la mission sera de dix ans et demi.

SED offre des systèmes et des services en matière d'essais, d'exploitation et de gestion de leurs systèmes de satellites. Ce marché de 23 millions de dollars avec l'Agence spatiale européenne est le plus important jamais attribué à une entreprise canadienne dans le cadre du Budget général de l'ESA.

CONFINEMENT EN APESANTEUR



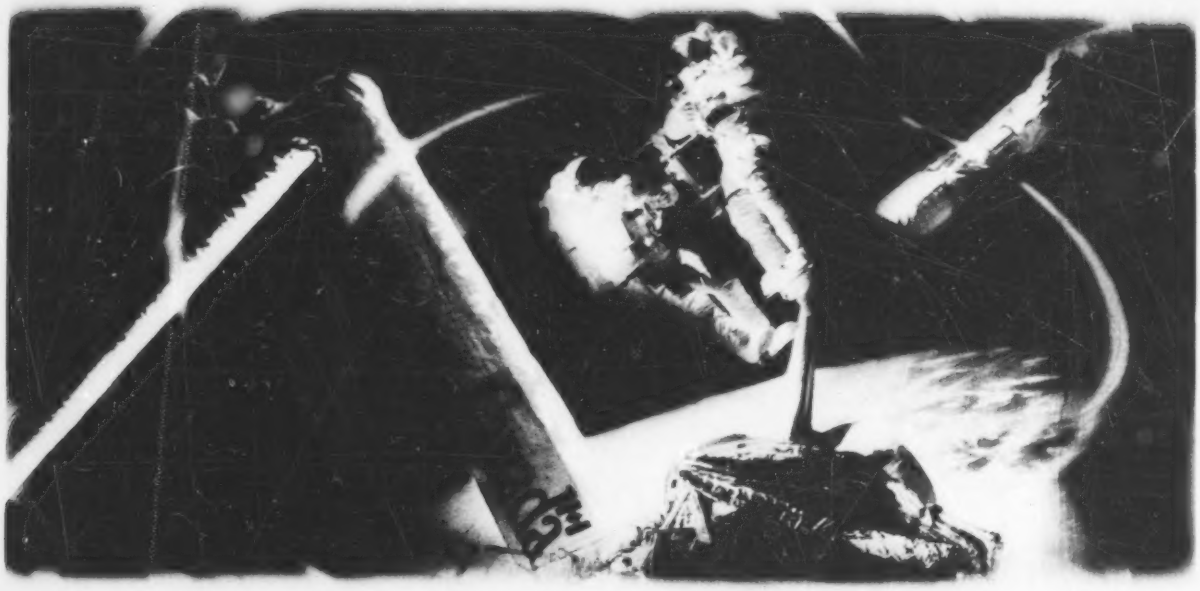
une des difficultés inhérentes au développement de nouveaux matériaux est le fait que le contenant même servant au traitement peut modifier le matériau par contamination ou à cause d'une température irrégulière. Par ailleurs, la force de gravité affecte la formation de cristaux. En l'absence de gravité, les matériaux développés auraient pu être fort différents de ceux qui existent aujourd'hui. Si le traitement pouvait se dérouler en état d'apesanteur tout en maintenant le contenu différamment, les possibilités de développement de nouveaux matériaux seraient extraordinaires. C'est précisément ce que Guigné International Inc. a réalisé avec le module Space-DRUMS® (pour *dynamically responding ultrasonic matrix system*) fournissant à la communauté internationale un dispositif sans récipient pour le traitement de matériaux tels que le verre et les céramiques, nettement plus gros que tout autre appareil du genre.

Grâce à l'appui reçu de l'ASC, Guigné a connu un essor considérable accélérant substantiellement sa croissance scientifique et économique. D'abord établie à Paradise, à Terre-Neuve, l'entreprise compte maintenant des bureaux et des laboratoires à St. John's (T.-N.), en Californie, en Alabama et en Allemagne.

La Colorado School of Mines a choisi Guigné, qui s'est associée à diverses entreprises de renommée telles que SPACEHAB, Teledyne Brown Engineering et Astrium-Space Infrastructure, pour préparer la charge utile Space-DRUMS® qui pourrait être envoyée à bord de la Station spatiale internationale (ISS) à titre de charge utile commerciale.

Les nouveaux matériaux développés sur la Station spatiale trouveront des applications variées allant de la fabrication de pièces d'avion et de microcircuits à la production de câbles optiques de télécommunications.

M. Jacques Yves Guigné, président et directeur général, Guigné International Ltd. *, « Grâce à sa collaboration avec l'ASC, notre entreprise a profité d'avantages immédiats qui dépassent de loin tout rendement financier. Une croissance scientifique substantielle et accélérée a été le facteur important ressenti par notre équipe. La croissance de notre capacité technique matérielle et logicielle, la reconnaissance de nos pairs internationaux et le positionnement rapide de notre petite entreprise à caractère scientifique dans un marché très diversifié ne sont que quelques-uns uns des avantages dont nous avons profité.»*

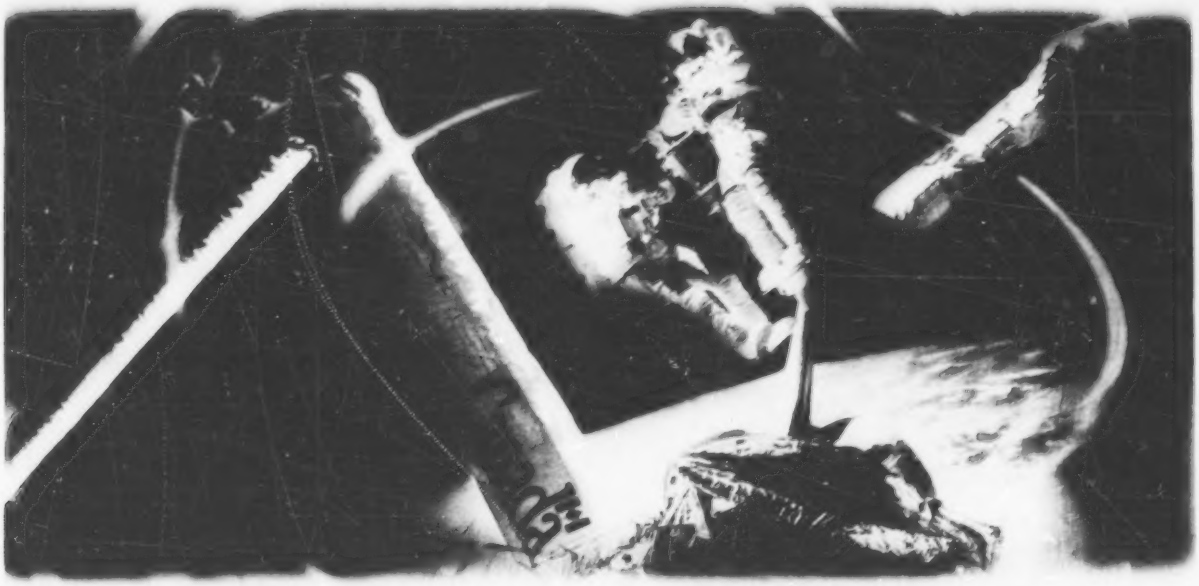


PERSPECTIVES D'AVENIR

L'expression « l'avenir est à nos portes » n'est plus aujourd'hui qu'un banal cliché, mais c'est un fait : les développements technologiques présentés ici s'intégreront d'ici peu à notre vie de tous les jours.

Imaginez ceci par exemple : un agriculteur qui, depuis son bureau, procède à l'analyse des besoins de ses cultures; il obtient des prévisions météo à long terme, puis télécommande des systèmes de robotique en vue d'une application d'engrais et d'un arrosage parfaitement adaptés aux conditions. Ou bien, prenez le cas d'un technicien qui doit avoir accès à un système de gestion de déchets dangereux. Dans le confort de son foyer, il s'identifie en soumettant une de ses empreintes digitales. Le système est entièrement automatisé, qu'il s'agisse de manipuler les déchets ou de détecter les fuites ou encore de déterminer quelle est la meilleure configuration possible pour les contenants.

Ces scénarios ne relèvent plus de la science-fiction mais bien de la réalité prochaine. Les changements qui se produisent dans notre société rapprochent encore les technologies spatiales et leurs avantages aux Canadiens. La robotique, les télécommunications, l'instrumentation médicale et la surveillance de l'environnement constituent des exemples de la contribution de l'espace à l'amélioration de notre qualité de vie sur Terre. Le secteur des Technologies spatiales est dévoué à ce que cette tendance persiste, en investissant dans notre avenir.



CONTACTS

ADRESSES INTERNET

TERRE-NEUVE

1. Canpolar East ..... www.canpolar.com
2. C-CORE ..... www.c-core.ca
3. CORETEC Inc. ..... www.coretec.nf.net
4. Guigné ..... www.guigne.nf.ca
5. INSTRUMAR Ltd. ..... www.instrumar.com

NOUVEAU BRUNSWICK

6. Atlantic Nuclear Services ..... www.ansl.ca
7. Measurand Inc. ..... www.measurand.com

NOUVELLE ÉCOSSE

8. Focal Technologies ..... www.focaltech.ns.ca
9. Satlantic ..... www.satlantic.com

QUÉBEC

10. ABB Bomem ..... www.bomem.com
11. CIS Scientific Inc. ..... (450) 659-1053
12. COM DEV ..... www.comdev.ca
13. Comlab Inc. ..... www.comlab.com
14. EMS Technologies Inc. ..... www.ems-t.com
15. INO ..... www.ino.qc.ca
16. Maya Heat Transfer Technologies Ltd. ..... www.mayahtt.com
17. MPB Technologies ..... www.mpb-technologies.ca
18. Safeworks ..... www.safework.com
19. Xiphos Technologies ..... www.xiphos.ca

ONTARIO

20. Agriculture and Agri-food Canada ..... www.agr.ca
21. Atlantis Scientific Inc. ..... www.atlsci.com
22. Dynacon Inc. ..... www.dynacon.ca
23. Hymarc Ltd. ..... www.hymarc.com
24. MDRobotics ..... www.mdrobotics.ca
25. Neptec ..... www.neptec.com
26. Optech ..... www.optech.on.ca
27. Passat Ltd. ..... www.passatltd.com

ADRESSES INTERNET

ONTARIO

28. PCI Geomatics ..... *www.pcigeomatics.com*
29. SensorTech ..... *www.sensortech.ca*
30. Stellar Optics Research International Corporation ..... *www.soric.com*
31. Telesat Canada ..... *www.telesat.ca*
32. Thomson and Neilson Electronics Inc. ..... *www.thomson-elec.com*
33. Vantage Point International ..... *www.vantpoint.com*

SASKATCHEWAN

34. SED Systems / Calian Ltd ..... *www.sedsystems.ca*

MANITOBA

35. Bristol Aerospace ..... *www.bristol.ca*

COLOMBIE BRITANNIQUE

36. Kinetic Sciences Inc. ..... *www.kinetic.bc.ca*
37. Macdonald Dettwiler and Associates ..... *www.mda.ca*
38. Norsat ..... *www.norsat.com*

Pour plus d'information sur les programmes de l'ASC, veuillez consulter le site web de l'ASC au : www.espace.gc.ca
ou contactez :
Agence spatiale canadienne
secteur des technologies spatiales
tel.: (450) 926-4800
fax: (450) 926-4696

This document is also available in English